3 1761 04733145 9

D0T
28/9/6

L'AMÉLIORATION DES PLANTES DE LA GRANDE CULTURE

BIBLIOTHÈQUE AGRONOMIQUE BELGE

N° 1

MANUEL

DE

L'Amélioration des Plantes de la Grande Culture

Méthodes, Bases Scientifiques, Technique

PAR

V. LATHOUWERS

Docteur ès Sciences, Chargé de Cours à l'Institut Agronomique de Gembloux,
Assistant à la Station de Recherches pour l'Amélioration des Plantes.

210236
14: 3: 27

GEMBLOUX
JULES DUCULOT
ÉDITEUR

PARIS
LIBRAIRIE AGRICOLE
DE LA MAISON RUSTIQUE

1924

Digitized by the Internet Archive
in 2026 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/manueldelamliora00lath

AVANT-PROPOS DU COMITÉ DIRECTEUR

On a souvent reproché, et non sans quelque raison, à l'Enseignement agronomique supérieur de ne profiter qu'à de rares privilégiés et de ne pas assez faire sentir ses effets bienfaisants dans les milieux les plus directement intéressés.

Certes, les diplômés de nos instituts constituent, tant par leur parole et leurs écrits que par leur exemple, les vulgarisateurs attitrés des progrès consacrés par cet enseignement. Mais on peut encore assurer, à l'œuvre de recherche et de documentation synthétique des spécialistes du haut enseignement agronomique, une plus large et plus directe diffusion par la publication d'ouvrages qui en constituent, en quelque sorte, l'extension extra-universitaire.

Tel est le but que nous nous sommes assigné en mettant à la disposition du public agronomique éclairé, des manuels présentant l'état actuel de nos connaissances dans les diverses branches de la Phytotechnie, de la Zootechnie et des sciences appliquées qui en constituent les auxiliaires.

Le moment paraît bien choisi pour l'éclosion d'une telle œuvre de haute vulgarisation.

Dans tous les pays du monde et spécialement dans ceux qui, comme le nôtre, ont le plus directement souffert des effets désastreux de la Grande Guerre, on se préoccupe très activement de l'intensification de la productivité de la terre.

Ce ne peut être que par la mise en œuvre d'une technique de plus en plus parfaite, de plus en plus directement inspirée des résultats de la recherche scientifique, que l'on y parviendra.

Puisse l'initiative que nous prenons aujourd'hui apporter sa contribution au grand œuvre du progrès de l'Agronomie.

Gembloux, le 1er juin 1924.

LE COMITÉ DIRECTEUR :

G. BOUCKAERT C. JOURNÉE L. LEPOUTRE
L. MARCAS E. MARCHAL A. POSKIN
Professeurs.

V. LATHOUWERS, Chargé de Cours à l'Institut agronomique de Gembloux.

PRÉFACE

Il m'échoit la bonne fortune de présenter au public, ce premier volume de la nouvelle « Bibliothèque Agronomique »; consacré à l'importante question de l'Amélioration des plantes cultivées, c'est, dans ce domaine, l'ouvrage belge le plus consciencieux et le plus complet.

Quoique de date récente, la science de l'Amélioration a déjà une littérature très fournie : les documents dont elle dispose sont nombreux, mais ils sont épars et pas toujours à la portée du public auquel ils sont destinés. C'est que le perfectionnement des êtres organisés repose sur des théories quelque peu ardues, sur des données parfois difficilement assimilables par un public non initié aux choses de la Science.

Il manquait, en langue française, un bon traité de génétique appliquée au perfectionnement des plantes.

Monsieur Lathouwers, en le réalisant, a coordonné, non seulement les fragments épars de cette science et des méthodes opératoires en usage, mais aussi le fruit de longues années d'observations personnelles et de multiples voyages d'étude à l'étranger.

Nous ne chercherons pas à donner ici l'indication, même incomplète, de toutes les questions importantes qui sont traitées dans l'ouvrage avec autant de compétence que de précision.

Ce qui fait le véritable mérite de l'auteur, c'est d'avoir réalisé un exposé méthodique, précis, autant que clair des bases scientifiques de l'amélioration végétale et de la pratique de ses opérations techniques. On perçoit nettement qu'il n'est pas un savant enfermé dans sa tour d'ivoire, mais quelqu'un qui est en contact étroit avec la pratique courante, avec le laboratoire de la nature, quelqu'un qui observe et qui cherche à simplifier les opérations trop souvent compliquées inutilement par les chercheurs de cabinet.

Ce livre a, de plus, le grand mérite d'arriver au moment où, dans les conditions économiques si bouleversées dans lesquelles la guerre a laissé le pays, s'impose la nécessité impérieuse d'accroître les rendements de la terre.

Or, dans la situation actuelle de notre Agriculture, le facteur qui peut influencer le plus les rendements est l'emploi de semences de races *améliorées bien choisies*, c'est-à-dire convenant au milieu où elles doivent vivre.

On peut, sans exagération, admettre que l'emploi de races de céréales perfectionnées, bien adaptées au milieu, augmenterait les rendements, pour l'ensemble du pays, de 10 à 15 p. c.; ce surcroît de production représenterait annuellement plus de 130 *millions de francs*.

L'utilisation de variétés améliorées de Pommes de terre, de plantes industrielles et fourragères est susceptible de donner des effets du même ordre, dans la qualité et la quantité de produits récoltés. Nous croyons ne pas exagérer en

avançant que, pour l'ensemble des cultures du pays, l'augmentation de richesse qui résulterait de l'utilisation raisonnée de sortes perfectionnées, à grands rendements, se chiffrerait par près d'*un demi milliard.*

On le voit, le problème envisagé est important : il mérite qu'on s'en occupe très sérieusement; le programme est vaste et demande à être exécuté avec méthode. L'essentiel est de doter nos diverses régions agricoles, si différentes parfois par leur sol et leur climat, de races bien spécialisées.

Mais on ne doit pas oublier que si l'agriculture moderne demande des races à grand rendement, elle exige aussi, à cause des fumures plus copieuses et plus riches qu'elle emploie, des sortes plus résistantes aux maladies et à la verse; ailleurs, pour éviter l'échaudage, elle devra préférer des races précoces; ailleurs encore, des races rustiques, résistant au froid.

Au généticiste à diriger son travail suivant le but à atteindre. Il arrivera à satisfaire aux exigences de la culture par une sélection rigoureuse, complétée, si c'est nécessaire, par des croisements appropriés.

Les possibilités de perfectionnement des plantes sont nombreuses car leur malléabilité est très grande; les perspectives sont pour ainsi dire illimitées et autorisent les plus grands espoirs.

Cependant l'amélioration des plantes est un mécanisme assez compliqué — plus compliqué que certains ne le croient — mécanisme dont les organes doivent être réglés avec précision et intelligence et cela d'après le but poursuivi. Celui-ci n'est pas toujours facilement atteint : il demande parfois, pour être réalisé, des essais nombreux, des recherches longues et patientes.

Le présent manuel qui constitue un exposé critique de l'état actuel de nos connaissances théoriques et pratiques sur l'Amélioration des plantes, sera utilement mis entre les mains des étudiants de nos Instituts supérieurs agronomiques et des élèves des écoles secondaires d'agriculture; il est d'ailleurs rédigé sur le plan général des leçons professées par l'auteur à l'Institut de Gembloux.

Il contribuera, nous en avons le ferme espoir, à répandre dans le public agricole les connaissances scientifiques qui sont à la base du perfectionnement des végétaux et il incitera les hommes de science, les ingénieurs-agronomes, en particulier, à s'occuper davantage de la Génétique, cette science si féconde dans ses applications.

L'ouvrage que nous présentons au public aura aussi sa place marquée dans les Ecoles professionnelles d'agriculture et dans la bibliothèque du cultivateur.

Nous sommes persuadés qu'il rencontrera bon accueil, car un mouvement intense se dessine dans le pays en faveur de la production indigène de semences améliorées. A cette production beaucoup de cultivateurs ne demandent qu'à prêter leur concours.

Nous souhaitons que le manuel de M. Lathouwers fasse naître de nouveaux chercheurs dans le champ si varié et si fécond en promesses de l'Amélioration des plantes.

Gembloux, le 25 juin 1924.

C. JOURNÉE,

Directeur de la Station de Recherches pour l'Amélioration des Plantes,
Professeur d'agriculture à l'Institut Agronomique de l'Etat, à Gembloux.

INTRODUCTION

L'importance de l'Amélioration des plantes frappe quiconque veut examiner, quelque peu à fond, les résultats qu'on peut atteindre par ce nouveau mode de perfectionnement de la technique agricole. M. Journée le démontre clairement dans la préface, qu'il a bien voulu— ce dont je le remercie ici très cordialement — me faire l'honneur d'écrire pour ce manuel.

Celui-ci s'imposait : m'occupant pratiquement d'amélioration depuis 1913, ayant eu la bonne fortune de pouvoir réunir, au cours de nombreux voyages d'étude, une ample documentation sur les méthodes et la technique suivies à l'étranger, j'ai pensé que ce serait rendre service au public agricole que de le mettre au courant de cette nouvelle branche de la biologie appliquée.

Chargé, à l'Institut Agronomique de Gembloux, du cours d'amélioration des plantes cultivées, je devais, d'autre part, à mes élèves un manuel reflétant cet enseignement : je ne voyais, en effet, aucun livre vraiment pratique — j'insiste sur ce mot — et écrit en langue française, qui pût être mis entre leurs mains.

Le manuel que j'ai l'honneur de présenter au public n'est pas un traité de Génétique : il contient néanmoins, sur cette importante discipline des sciences biologiques, base des méthodes de perfectionnement des plantes, toutes les données nécessaires à leur bonne compréhension; dans l'exposé que j'en fais, je me suis efforcé d'être *simple,* afin que le lecteur, même non initié aux arcanes de la Biologie, soit néanmoins amené à s'intéresser à ces manifestations complexes mais hautement intéressantes de l'Hérédité.

En ce qui concerne l'exposé des chapitres traitant de l'Amélioration proprement dite, j'ai eu un double but : être aussi *complet* que possible et être *pratique,* de manière à ce que tous ceux qui sont désireux de s'adonner effectivement à l'amélioration des plantes cultivées, y trouvent, sous une forme simple, tous les détails de technique nécessaires. L'assurance d'avoir réussi à concilier ces deux desiderata serait pour moi la plus belle récompense de mes efforts.

Gembloux, le 30 juin 1924.

STATION DE RECHERCHES
POUR L'AMÉLIORATION DES PLANTES.

PREMIÈRE PARTIE

LES DIVERSES MÉTHODES D'AMÉLIORATION

Généralités.

Quelques notes d'histoire.

Le désir très naturel d'augmenter les rendements de ses champs a poussé de tout temps l'agriculteur à chercher à perfectionner les méthodes de culture : les instruments aratoires, les procédés de travail, la fumure, le traitement des semences, ont, tour à tour, été l'objet de ses préoccupations.

L'introduction de nouvelles espèces cultivées (la Pomme de terre, par exemple) et de variétés nouvelles d'espèces déjà connues, leurs essais d'adaptation aux climats régionaux furent des perfectionnements qui se rapprochaient déjà de l'amélioration proprement dite : ce n'est plus seulement le sol, les instruments qu'on veut améliorer, c'est sur la plante elle-même qu'on travaille, la plante considérée comme un tout capable de transmettre, par hérédité, ses défauts et ses qualités à la descendance née d'elle.

Déjà, dans la lointaine antiquité, on signale des essais isolés mais imparfaits encore chez les Chinois et les anciens Romains. Toutefois, les théories scientifiques sur lesquelles se basent les méthodes actuelles d'amélioration, trouvent leur toute première base dans diverses recherches commencées vers la fin du XVII[e] siècle concernant la sexualité des plantes. Comme premiers essais reconnus de croisements, on cite généralement ceux de Fairchild (1719), sur les œillets et ceux de Koelreuter (1759) sur le tabac; la pratique des hybridations prit une importante extension dans la première moitié du XIX[e] siècle, grâce aux travaux de Gaertner.

Ce fut à cette période que l'Anglais Patrick Shireff (1819) sélectionna, en Ecosse, une variation spontanée de froment et que Le Couteur (1823) entreprit, dans un mélange de cette céréale, une séparation de formes. Mais les premiers sélectionneurs, vraiment dignes de ce nom, furent André et Louis Levêque de Vilmorin, qui entreprirent, sur des bases bien définies, l'amélioration de la carotte et surtout celle de la betterave sucrière (1830); puis, vers 1855, ce fut Louis de Vilmorin qui, pour la première fois, eut recours

au choix de plantes entières; en Allemagne, Rimpau commença, en 1867, sa sélection raisonnée du seigle et du froment.

Jusqu'ici on avait toujours appliqué les procédés de la sélection massale; ce fut le mérite de Hallet d'avoir, le premier, en 1875, fait la séparation de lignées, améliorées ensuite d'après les méthodes de l'amélioration individuelle. Vers 1890, à Svalof, Von Neergaard perfectionna celles-ci en basant le choix de ses plantes-élites sur des données strictes, fournies par des mensurations et des pesées exactes.

En ce qui concerne l'étude des lois de l'hérédité, base scientifique de l'amélioration, ce fut Darwin qui, dans la seconde moitié du XIX^{e} siècle, fut le grand initiateur, par ses théories universellement connues sur l'origine des espèces (1859), la variation (1868) et la fécondation directe et croisée (1877); il déclancha, parmi les savants, une émulation vraiment riche en résultats et les recherches sur l'hérédité proprement dite prirent, dès lors, peu à peu une grande extension.

Au point de vue de l'étude des lois sur lesquelles va se fonder bientôt l'amélioration scientifique des plantes cultivées, trois noms sont à retenir : les précurseurs français Jordan et Naudin et le moine autrichien Gregor Mendel, le créateur du « mendélisme ».

Jordan (1873), s'appuyant sur ses recherches précises et détaillées sur l'espèce *Draba verna,* pulvérisa l'ancienne notion de l'espèce linnéenne et établit la théorie nouvelle des « espèces élémentaires » encore appelées « petites espèces », base de la grande méthode scientifique d'amélioration par séparation de lignées.

Naudin (1861 et 1865) fut le premier qui soumit à une étude approfondie les premières générations hybrides provenant de ses croisements chez *Datura* et *Nicotiana* et établit deux des lois qui régissent les hybrides.

Ce fut toutefois le grand honneur de Mendel (1865) d'avoir, pendant deux et trois générations successives, effectué le dénombrement rigoureux des divers types issus de ses multiples croisements et d'avoir ainsi fixé, d'une façon péremptoire, la plupart des lois qui, actuellement encore, régissent les disjonctions « mendéliennes » après hybridation.

Si la première grande méthode d'amélioration, la méthode dite « individuelle » doit beaucoup à Jordan, la deuxième de ces méthodes, l'amélioration après croisement, peut considérer comme ses fondateurs Naudin et surtout G. Mendel.

Nous devons ajouter à ces noms celui de l'illustre savant hollandais de Vries qui, par sa théorie sur la création de nouvelles espèces par variation brusque ou « mutation », donna une plus grande extension encore à cet immense champ de recherches de la génétique ou science des lois de l'hérédité.

Les expériences de G. Mendel et les lois établies par lui à la suite de ses essais étaient tombées dans l'oubli à cause surtout du peu de notoriété de la revue dans laquelle les résultats de ses recherches furent publiés, quand, en 1900, trois savants, simultanément, mais indépendamment l'un de l'autre, Correns, Tschermak et de Vries, redécouvrirent les lois mendéliennes: cette

redécouverte fut, pour l'étude des lois de l'hérédité, le signal d'un vrai renouveau scientifique : le mendélisme était créé.

Depuis cette date, rien qu'en ces derniers vingt ans, il se fonda six revues uniquement consacrées à l'étude de l'hérédité, une quinzaine de manuels, vrais livres de chevet, répandirent le goût des recherches sur la *génétique,* tandis que plus de cinquante savants de toutes nationalités s'adonnèrent exclusivement à l'étude de cette nouvelle branche des sciences biologiques.

Simultanément se développèrent partout les recherches scientifiques et techniques sur l'*amélioration,* qui entra de plus en plus dans le domaine des belles réalisations pratiques ; actuellement il n'y a plus guère de pays, en Europe, qui ne possède une ou plusieurs stations officielles de sélection et de nombreux organismes commerciaux; l'amélioration a même pris une extension à nulle autre pareille aux Etats-Unis d'Amérique et, soit depuis de longues années, soit récemment, des stations d'amélioration ont été fondées au Canada, en Argentine, au Brésil, en Algérie (sur olivier, céréales, par Trabut et Ducellier, à Maison Carrée), en Egypte (sur coton, par Ball), en Afrique du Sud, au Congo belge (entre autres sur *Elaeis*), aux Indes (sur céréales et plantes coloniales diverses, par Howard et ses collaborateurs, à Pusa), à Java et en Malaisie (sur *Hevea, Elaeis,* caféier, cacaoyer et théier, par van der Stok, Heusser, Maes et d'autres), au Japon (à l'Institut agronomique d'Ohara), en Australie (Nouvelle Galles du Sud): bref, l'amélioration des plantes cultivées, s'étendant à toutes les plantes économiques, a pénétré actuellement dans la quasi généralité des régions agricoles du monde habité.

Les méthodes d'amélioration.

Nous pouvons répartir l'ensemble de ces méthodes entre deux catégories : celles qui tendent *à améliorer une sorte déjà existante* et celles qui s'efforcent de *créer de nouvelles sortes améliorées.*

Parmi les premières, nous rangerons tout d'abord l'ancienne *méthode massale,* exclue actuellement, excepté dans certains cas spéciaux, de l'amélioration officielle et de la grande sélection commerciale, mais utilisée encore dans la petite ou la moyenne culture pour les besoins personnels de l'exploitant; ensuite la *méthode généalogique* ou *individuelle, par séparation de lignées pures,* encore appelée *méthode par pédigrés,* dont l'emploi s'est actuellement généralisé et qui s'appuie sur des bases vraiment scientifiques.

Chacune de ces deux méthodes est susceptible de certaines modifications de détails, simplifications ou complications que nous exposerons plus loin.

Pour créer de nouvelles sortes, le sélectionneur, qui, ici, devrait toujours se doubler d'un génétiste, dispose, de même, de deux méthodes, dont la première surtout est d'importance capitale : *l'amélioration après hybridation artificielle* (à laquelle on peut rattacher l'utilisation de croisements spontanés, naturels) et l'*amélioration après mutation ou variation brusque.*

Voici, pour ces méthodes, la subdivision utilisée dans nos développements :

- A. Amélioration de sortes préexistantes
  - *a*) Par sélection massale
    - Unique.
    - Annuellement répétée.
    - Avec séparation de formes (formation de groupements.)
  - *b*) Par sélection individuelle
    - Unique.
    - Avec choix périodique / annuel de nouvelles élites.
- B. Création de nouvelles sortes améliorées
  - *a*) Par hybridation artificielle.
    - Méthode scientifique.
    - Méthode actuellement pratiquée en grande amélioration.
  - *b*) Par utilisation de variations brusques ou mutations.

CHAPITRE I.

L'AMÉLIORATION MASSALE

§ 1. — Sélection massale unique.

Cette méthode consiste essentiellement en ceci : faire choix dans un champ, avant ou au moment de la récolte, du plus grand nombre possible de plantes (*plantes-mères*), semblant le mieux répondre aux desiderata du cultivateur; les arracher avec les racines, les soumettre à un second examen à la ferme; éliminer celles qui ne satisfont pas à cet examen définitif; égrener ou battre les autres, en mélanger les graines, nettoyer, trier et, l'époque des semis arrivée, emblaver au moyen de cette semence une petite parcelle bien choisie, de composition régulière; multiplier la graine, d'année en année, sur des parcelles toujours plus étendues jusqu'à ce qu'on dispose de la quantité de semence nécessaire à la culture ou à la vente. (Voir le schéma, figure 1).

Il est inutile de faire observer que ce n'est que dans des cas vraiment exceptionnels, par exemple lors de la purification naturelle d'une sorte étrangère mélangée qu'on peut, par cette méthode, obtenir un perfectionnement de quelque envergure.

§ 2. — Sélection massale annuellement répétée.

Si on veut augmenter quelque peu les chances d'atteindre, au bout d'un certain nombre d'années, une amélioration tant soit peu stable, il faut répéter,

annuellement, la *sélection,* c'est-à-dire le *choix* d'individus points de départ. (Voir le schéma, fig. 2, qui explique suffisamment la marche de la méthode.)

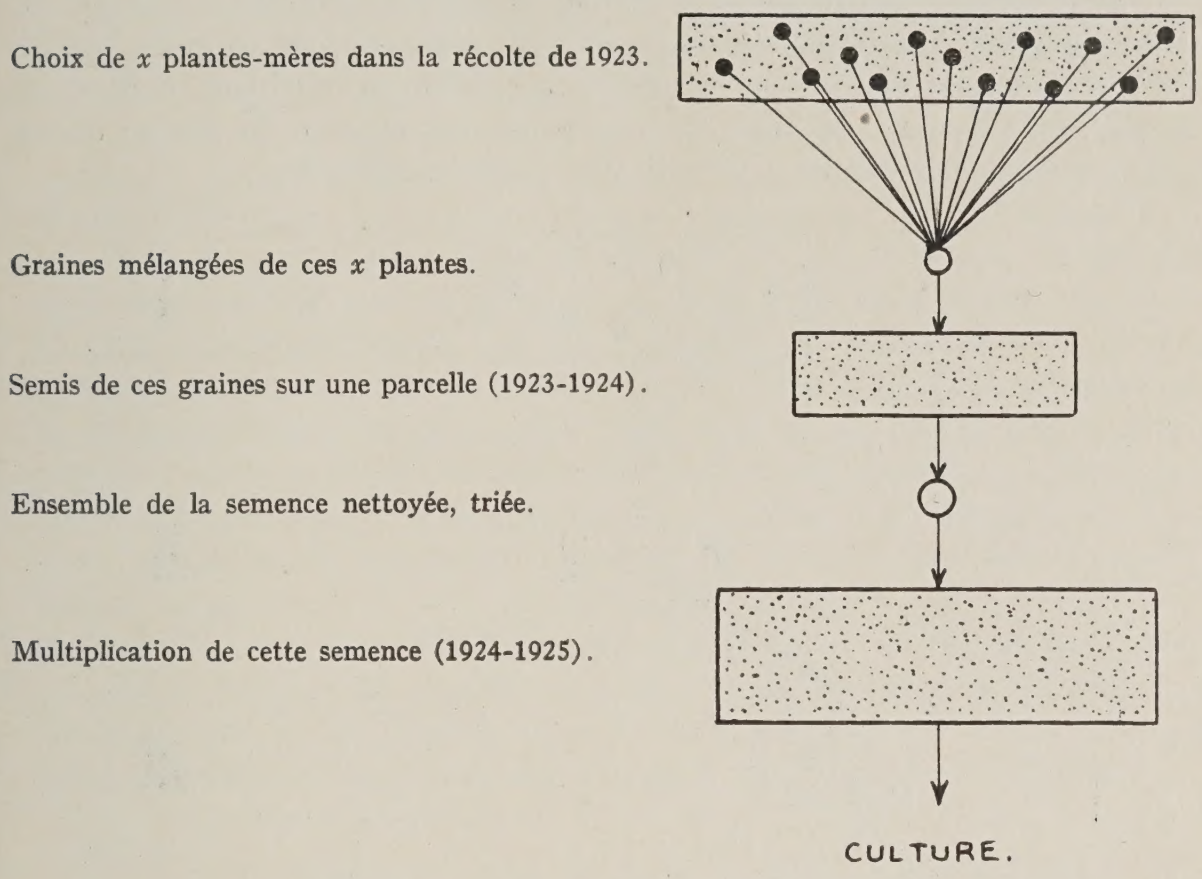
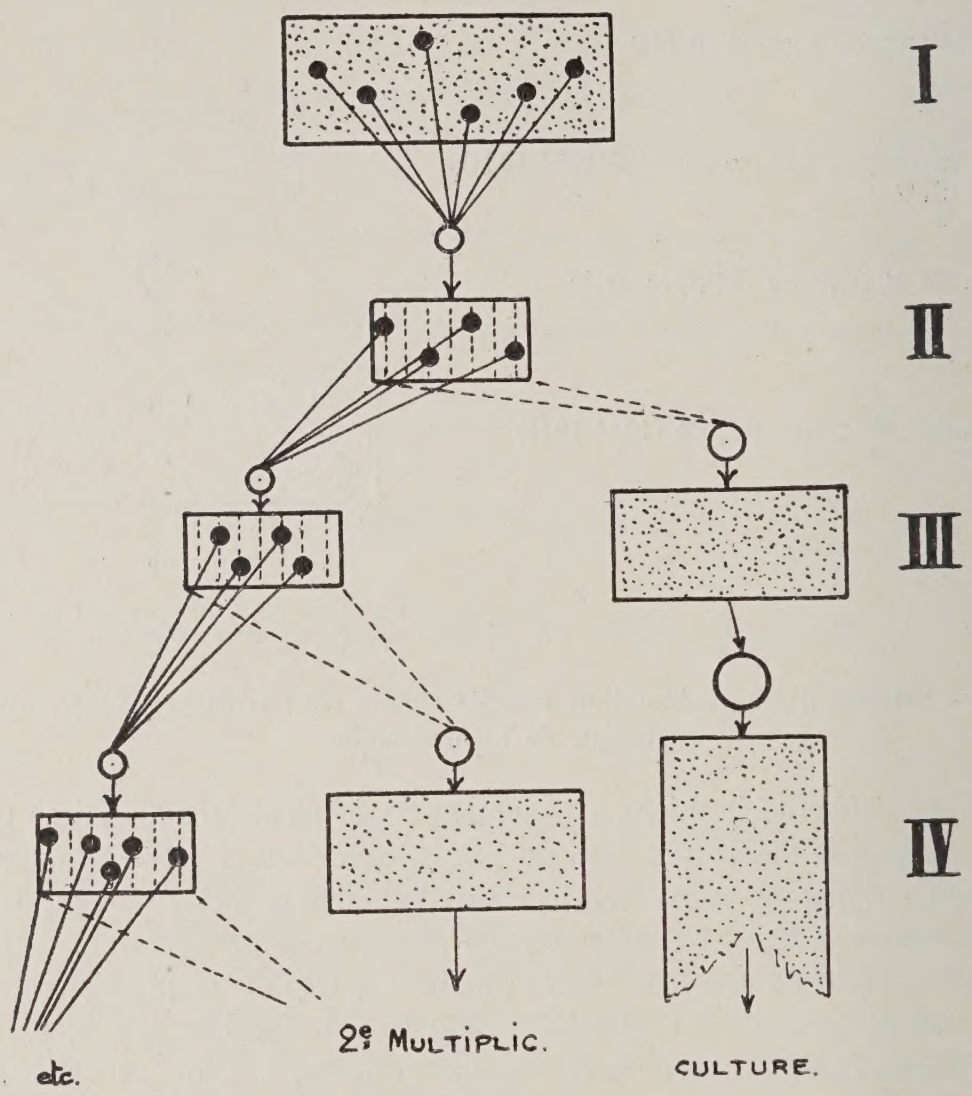


Fig. 1. — Schéma d'une amélioration massale simple d'un froment d'hiver, avec choix unique de plantes-mères.

Ce choix s'effectue le mieux au moment de la récolte; mais ici se présente tout de suite une difficulté : lors du semis, que celui-ci ait été effectué à la volée ou en lignes, il arrive très souvent que des graines tombent très près l'une de l'autre et que les plantes qui en proviennent enchevêtrent, par conséquent, leurs racines; une telle touffe (double ou triple) se présentera naturellement beaucoup mieux à l'œil que la plupart des individus isolés; or, vu que rien ne révèle extérieurement cette multiple origine, le choix se portera nécessairement sur une telle plante, dont le beau développement ne se répètera certainement pas l'année après. Afin d'éviter autant que possible ce grave inconvénient lors de l'emploi de cette méthode d'amélioration déjà si sujette à caution, il serait nécessaire de semer assez clair les parcelles destinées annuellement au choix de nouvelles plantes; le vrai jugement du progrès éventuel, du recul ou du piétinage sur place, se fera alors d'après les rendements obtenus dans les parcelles de multiplication.

Un second point sur lequel doit se porter l'attention de la personne chargée du choix des plantes est celui-ci : il faut résolument écarter de ce choix tout individu se trouvant à l'orée du champ, en bordure, c'est-à-dire dans une bande extérieure d'environ 0 m. 50, tout autour de la parcelle, ainsi que les plantes à développement anormalement luxuriant, occupant des places où il y a eu des accumulations occasionnelles de fumure (sacs d'engrais, tas de fumier,

excréments de chevaux) ou destruction, par une cause quelconque (dégâts de larves d'insectes, mauvaise levée, etc.), d'un certain nombre de touffes, destruction ayant ainsi provoqué la formation de places vides. En choisissant de telles plantes, qui doivent leur développement à des circonstances de hasard, dont la principale est un apport spécial de substances nutritives, d'air et de lumière, on s'expose à des déceptions certaines, comme nous le verrons quand nous parlerons des manifestations de la « petite variabilité ».



I. — (1923). Choix de x plantes-mères, lors de la récolte.

II. — (1923-1924). Première année culturale. A la récolte de 1924 : Choix de x nouvelles plantes-mères.

III. — (1924-1925). *A droite* Première multiplication des plantes-mères choisies en 1923. *A gauche* : Culture des nouvelles plantes-mères choisies en 1924; nouveau choix à la récolte.

IV. — (1925-1926). *A droite* : Deuxième multiplication des plantes-mères choisies en 1923. *Au milieu* : Première multiplication des plantes-mères choisies en 1924. *A gauche* : Culture des plantes-mères choisies en 1925 et nouveau choix.

● Plantes-mères choisies annuellement et dont on mélange la semence.

○ Semence dont la quantité (ronds de plus en plus grands) augmente d'année en année.

Fig. 2. — Schéma d'une amélioration massale d'un froment d'hiver, avec choix annuellement répété de nouvelles plantes-mères.

En outre, il va de soi que ce choix devra porter sur des plantes absolument saines, indemnes de toute maladie, régulières, à tallement moyen et, dans le cas des céréales, à épi bien conformé, représentant le type désiré.

Combien de plantes-mères faut-il choisir annuellement ? Plus le nombre sera grand (100, 200 et plus), plus rapidement le cultivateur aura à sa disposition une quantité appréciable de graines pour l'emblavement de sa sole ; cependant, je suis d'avis que par un choix plus restreint, mais effectué avec beaucoup de soin, on arrivera plus rapidement et plus sûrement à un résultat plus appréciable. Si le choix effectué sur le champ a été déjà aussi consciencieux que possible et le contrôle à la ferme même très sévère et qu'on a éliminé ainsi un très grand nombre de plantes, en ne conservant que des individus de tout premier choix, se ressemblant très fortement par les caractères extérieurs (longueur et couleur de paille, type de l'épi, couleur, grosseur, forme du grain), on aura réuni un matériel plus restreint, il est vrai, mais on se sera rapproché quelque peu de la méthode scientifique et on aura exclu davantage les déceptions ultérieures et raccourci peut-être la période d'amélioration.

Il est bien entendu — et j'insiste sur ce fait — que les plantes-mères auront été choisies, autant que possible, hors de toute influence prépondérante de la petite variabilité, c'est-à-dire hors de la bordure et hors des places à accumulation fortuite de fumure ou des places à végétation trop clairsemée.

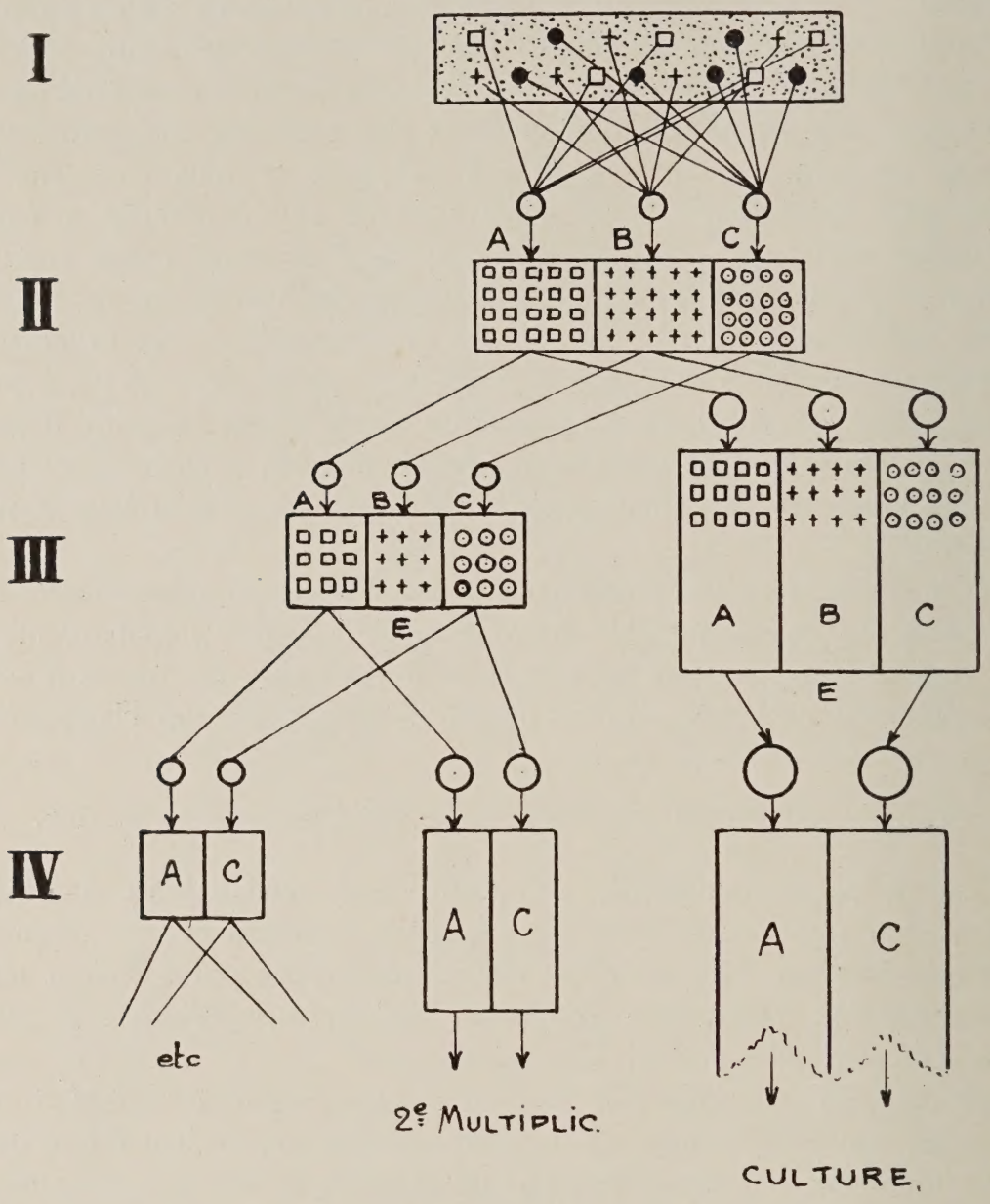
§ 3. — Sélection massale avec séparation de formes.

Un autre perfectionnement, ou plutôt une modalité de la méthode massale, est la purification d'une sorte devenue impure à la suite de mélanges de variétés diverses, avec sélection massale des types qui semblent les plus recommandables : c'est *l'amélioration massale accompagnée de séparation de formes.* (Voir le schéma, fig. 3.)

La plupart des races culturales locales, et aussi certaines variétés étrangères introduites, non sélectionnées ou soi-disant améliorées, au lieu d'être de composition uniforme sont constituées par un mélange de sortes. C'est ainsi, pour prendre un exemple, qu'en Belgique, et il en est certainement de même dans d'autres pays, certaines parcelles de froment à épi blanc, cultivées depuis de longues années par le même cultivateur, constituent des mélanges de plantes à épis de types les plus divers : épis longs, effilés, peu compacts, épis courts, terminés assez obtusément et assez compacts, épis à glumelles duveteuses, épis roux ou plus ou moins colorés, etc. Il sera facile au cultivateur de prélever dans un tel champ, lors de la récolte, parmi les types qui semblent les plus intéressants, des touffes choisies, puis de faire chez lui la séparation de ces diverses formes et d'ensemencer au moyen de ces graines nettoyées et triées autant de parcelles qu'on a isolé de formes différentes.

Notons qu'il n'est nullement nécessaire de pouvoir emblaver, dès la première année, une parcelle déjà assez importante; la multiplication de certaines plantes, par exemple des céréales, prend très rapidement, d'année en année, une grande extension. Au moyen des graines provenant de 10 touffes, on peut

emblaver en semis clair une petite parcelle d'environ 10 mètres carrés, pouvant fournir assez de semence pour couvrir, la seconde année, une parcelle de 2 ares 50 centiares, et la troisième année, une de 50 ares.



I (1923-1924). Race impure, dans laquelle on choisit, lors de la récolte, *x* touffes appartenant à trois types différents.

II. (1924-1925). Trois parcelles A. B. C. emblavées au moyen des graines provenant respectivement des trois sortes isolées dans le mélange initial.

III. (1925-1926). *A droite* : Première multiplication de A. B. C.; les rendements de B ayant été inférieurs à ceux des sortes A et C, la sorte B est éliminée de la sélection (E). *A gauche* : Trois petites parcelles ayant reçu les graines provenant des nouvelles touffes choisies l'année précédente. A la récolte, on éliminera de même toutes les plantes de B (E).

IV. (1926-1927). *A droite* : Deuxième multiplication des sortes A et C, qui, l'année après, passeront à la culture ordinaire, ensemble ou après élimination de l'une des deux.
Au milieu : Première multiplication des graines provenant des nouvelles plantes choisies en 1925.
A gauche : Deux petites parcelles ensemencées avec les graines des nouvelles plantes choisies, en 1926, dans A et C.

Fig. 3. — Schéma d'une amélioration massale continue, avec séparation de formes.

*
**

L'emploi de la méthode massale, facile et rapide, fut général au début de l'amélioration, dans la seconde moitié du siècle dernier; elle avait pour elle l'attrait de cette facilité d'exécution; quelques succès — fortuits ou temporaires, comme nous le verrons — en assurèrent pendant assez longtemps la vogue. Cependant, au bout de quelque temps, certains sélectionneurs d'envergure, je nommerai, entre autres, Hallet, en Angleterre, Hjalmar Nilsson, à Svalof, Rimpau, Beseler, von Lochow, von Rumker et d'autres, en Allemagne, les de Vilmorin, en France, abandonnèrent, à la suite d'observations personnelles, la méthode massale et se mirent à faire de l'amélioration individuelle. Depuis un quart de siècle, plus aucune station officielle, à moins que dans certains cas tout à fait exceptionnels, par exemple dans l'amélioration après hybridation, et aucun sélectionneur privé consciencieux n'utilisent encore cette méthode d'amélioration.

En quoi est-elle non scientifique, empirique ? Pourquoi fut-elle généralement abandonnée par les sélectionneurs sérieux ? On le comprendra mieux, après que j'aurai exposé plus loin les bases scientifiques de la méthode généalogique; en attendant, qu'il me suffise de dire que le *mélange* des graines de toutes les plantes choisies empêche le sélectionneur d'étudier à fond la valeur *individuelle* de chacun de ces points de départ par l'examen de leurs descendances. Or, leur choix peut ne pas toujours être heureux : en effet, il arrive bien souvent que tel ou tel individu, tel ou tel épi, telle ou telle racine, ne doivent leur développement luxuriant, leur bel aspect qu'à des apports spéciaux de matières nutritives, qu'à des influences locales de station; nous savons, d'autre part, que des qualités dues à de telles circonstances fortuites ne se transmettent nullement à la descendance, qui, dès lors, ne réflétera plus les belles qualités des plantes-mères.

Qu'arrive-t-il ? Ceci, que les récoltes successives fournies par ces plantes de premier ordre, choisies la première année, ne répondront nullement aux espoirs qu'on avait cru pouvoir mettre en elles et que la moyenne de production sera ramenée à celle de la sorte non sélectionnée.

C'est tellement vrai que, déçus par cette impossibilité de s'élever au-dessus de la moyenne de la sorte de départ et cela malgré l'examen approfondi des épis et des plantes choisis, malgré l'utilisation de méthodes exactes par mensurations et pesées, malgré tous les soins de culture, les premiers sélectionneurs de Svalof abandonnèrent bientôt la méthode massale pour la remplacer par la méthode individuelle et il en fut de même chez toutes les premières firmes commerciales qui s'occupaient d'amélioration.

Cependant, m'objectera-t-on, à cette époque, ont été jetées sur le marché certaines sortes qui, améliorées par sélection massale, ont maintenu leur supériorité. Certainement; citons, par exemple, à Svalof même, le *Renodlad Squarehead* ou « Squarehead amélioré », résultant d'une sélection massale répétée d'un Squarehead anglais qui, au moment de son introduction en Suède, était peu uniforme et surtout incapable de résister aux froids rigoureux des hivers suédois : comment expliquer que, par sélection massale, on ait réussi à créer

ce type d'une très belle uniformité et qu'on soit parvenu à l'adapter complètement aux nouvelles conditions climatériques ?

Ce Squarehead anglais, au moment de son introduction en Suède, était « peu uniforme »; il s'agissait donc de ce qu'en termes de génétique (nous en parlerons plus loin) on appelle une « population » ou un mélange de lignées; par sélection massale, on choisissait annuellement, parmi celles qui avaient bien résisté à l'hiver, un certain nombre de belles plantes, de même type, dont on multipliait la semence; mais, en agissant ainsi, on en était arrivé finalement à isoler, dans l'ancien « mélange » un certain nombre de « lignées » de type uniforme bien résistant au froid : inconsciemment, au lieu de faire de la « massale », on faisait, depuis ce moment, de la « généalogique »! L'hiver rigoureux de la Suède, en détruisant les lignées peu résistantes, avait purifié la population initiale, en y isolant les descendances résistantes et, dans celles-ci, le choix annuellement répété de beaux types uniformes avait encore perfectionné l'œuvre spontanée de la nature, en y séparant des lignées non seulement résistantes au froid, mais accusant des rendements plus élevés que ceux de la population originale.

Les cas où une amélioration massale a, après quelques années de sélection, donné des résultats stables, fixés, se ramènent tous à celui du « Renodlad Squarehead » de Svalof : ces sélections annuellement répétées dans le mélange initial ont finalement isolé des descendances pures et, à ce moment, l'amélioration massale est devenue une amélioration individuelle.

Mais pour en arriver à ce résultat, point n'était besoin de faire, pendant de nombreuses années souvent, un travail annuel de sélection, si facile relativement qu'il soit; le sélectionneur aurait pu se contenter d'établir, dès la première année, une suite d'améliorations individuelles qui, en 2 ou 3 ans, lui auraient donné une sorte améliorée stable, fixée, pure.

Encore si par ce travail de plusieurs années on atteignait *toujours* un résultat satisfaisant; mais on est loin de compte, et les cas où la sélection massale a réussi à créer une sorte améliorée stable sont tellement rares qu'ils en deviennent historiques et ces cas-là se ramènent, presque toujours, à une séparation naturelle de lignées.

La méthode massale doit-elle être, par conséquent, absolument exclue de la pratique de l'amélioration ? Je ne le pense pas; on peut, par exemple la conseiller au cultivateur qui, désireux de faire quelque chose dans ce domaine, reculerait devant les méthodes de la sélection individuelle, méthodes qui, dans sa pensée, lui demanderaient trop de travail, trop d'attention, trop de soins spéciaux : mieux vaut, dans certains cas, faire de l'amélioration massale que de ne rien faire du tout; surtout si, ayant à faire à une sorte impure, constituée par des types très divers — ce qui est souvent le cas dans les vieilles sortes locales, si intéressantes — il ferait simultanément une séparation de formes. Cette purification de la population initiale ajoutera ses effets à l'effet hypothétique, mais possible, de la massale.

Un cas où cette méthode très facile montrerait un effet immédiat nous est offert par la pomme de terre, plante chez laquelle les parcelles constituées par des mélanges excessivement variés sont plutôt la règle que l'exception. Dans

cette culture, comme nous le verrons dans la troisième partie de ce manuel, les méthodes actuelles de choix des semenceaux se fait encore, dans l'immense majorité des cas, en dépit du bon sens.

*
**

Sélection de graines, d'épis ou de plantes.

Dans le développement que nous venons de donner à l'exposé des méthodes de l'amélioration massale, nous avons parlé du choix des plantes-mères ou individus points de départ de l'amélioration.

Ce sont *des plantes entières* dont nous avons préconisé le choix, plantes arrachées avec les racines, examinées ensuite à la ferme, non seulement au point de vue de l'aspect des épis, mais aussi au point de vue de la régularité de longueur des tiges, de leur nombre et des taches éventuelles provenant d'attaques par la rouille ou autres maladies : les plantes, dont un deuxième examen aura ratifié définitivement le choix, sont égrenées et la graine triée sert à l'emblavement de la parcelle de première année.

Il fut un temps — et, fait extraordinaire, des techniciens agricoles non initiés aux choses de l'amélioration préconisent encore parfois, dans des chroniques agricoles, ce mode de sélection — où, au lieu de choisir des plantes entières, on ne choisissait que *de beaux épis*; à la suite du moissonneur ou avant la moisson déjà, on prélevait aux ciseaux, des épis choisis, sans faire attention à l'aspect d'ensemble des plantes auxquelles on les empruntait. A Svalof, la grande station suédoise d'amélioration, de 1886, année de sa fondation, à 1892, année où le professeur Nilsson y introduisit la méthode généalogique, la méthode par sélection d'épis avait été en vigueur : on y avait même construit le « classificateur », appareil déterminant automatiquement la compacité des épis, la « balance automatique », qui classait les épis d'après leur poids, suivant que celui-ci atteignait ou n'atteignait pas un certain poids moyen, déterminé d'avance, ainsi qu'un appareil contrôlant la forme des graines; tous ces instruments, qui ont eu leur heure de célébrité et qui, à Svalof même, ont été, depuis de longues années déjà, définitivement relégués au musée, ne possèdent plus qu'un intérêt purement historique.

Le motif pour lequel des épis ne peuvent, normalement, servir de points de départ à une sélection massale est analogue, avec plus de force encore, à celui qui doit faire préférer l'amélioration individuelle à la massale. S'il est difficile de juger, sur simple aspect, des qualités héréditaires d'une plante quelconque, choisie au coup d'œil dans un ensemble non amélioré, s'il est quasi impossible de savoir si telle ou telle de ces plantes ne doit pas son beau développement à des causes extérieures fortuites, non inhérentes à leur nature propre, il est encore bien plus difficile, sinon impossible de juger de la valeur héréditaire d'un épi, prélevé au hasard, fut-il même de bel aspect. En effet, des plantes très mal douées au point de vue héréditaire, tallant mal, donnant en général des épis trop médiocres, mal fournis, et possédant à leur base plusieurs étages normalement stériles, peuvent néanmoins fournir souvent des épis bien développés et de bel aspect : si on fait choix de tels épis,

les graines y prélevées donneront naissance à des plantes qui ne répondront nullement à l'espoir que leur bel aspect avait fait miroiter aux yeux du sélectionneur mais qui reproduiront, au contraire, les rendements inférieurs de l'ensemble de la sorte qui leur a donné naissance.

Si pour la méthode individuelle, la vraie méthode scientifique d'amélioration actuellement suivie partout, l'unité de sélection est la plante entière et non pas l'épi, c'est encore bien plus vrai pour la méthode massale, méthode empirique, où le hasard préside en maître.

J'ai dit que « normalement » les épis ne pouvaient servir de points de départ à une sélection massale; dans certains cas, en effet, on pourrait admettre, à la rigueur, une sélection d'épis comme début d'amélioration, avec choix annuellement répété de nouvelles plantes entières : ce serait, par exemple, dans le cas où l'on voudrait faire une amélioration avec séparation de types à l'intérieur d'une population bien caractérisée; des ouvrières suivant les moissonneurs auraient mission de couper, chacune, de beaux épis d'un type déterminé : ces épis égrenés fourniraient la graine pour emblaver autant de parcelles que de groupements et, à chacune des générations suivantes, on ferait, à l'intérieur des groupements non éliminés, un nouveau choix d'un certain nombre de plantes entières.

Ce qui est vrai pour le choix d'épis l'est encore bien plus pour le choix *de graines*. L'emploi de graines triées, lourdes, grosses, ne peut être considéré d'aucune façon comme une amélioration, dans le sens restreint du mot; c'est un perfectionnement appréciable, essentiel, des méthodes de culture : la graine bien constituée, lourde, tient à la disposition de l'embryon une plus grande quantité de réserves; la jeune plantule, avant d'être munie de son système radiculaire réalisant sa vie propre, pourra déjà acquérir ainsi un degré de développement que n'atteindra pas la plantule souffreteuse provenant d'un embryon mal nourri par une réserve insuffisante. Mais l'importance de ce triage ne dépasse pas la portée d'une méthode de culture. L'amélioration repose sur l'hérédité : or, à ce point de vue, la grosseur et le poids du grain, considérés comme caractères *uniques,* n'ont aucune importance. La grandeur, et par conséquent le poids de certaines semences, peut même, dans certains cas spéciaux, les faire exclure du choix, lors de l'amélioration d'une sorte. Supposons, par exemple, une variété de seigle ayant, comme grave défaut, la lacunosité des épis, c'est-à-dire la formation, dans les épis, de vides et d'épillets stériles, sans graine : il est démontré que cette lacunosité peut être transmise héréditairement aux générations ultérieures. Or, dans de tels épis, les graines avoisinant les étages vides, ayant à leur disposition plus de matières nutritives, se distingueront par une grandeur et un poids dépassant la moyenne. Si, dans une telle récolte, on ne faisait choix que de très grosses semences, sans prêter attention aux plantes et aux épis qui les ont fournies, on risquerait neuf fois sur dix, au lieu d'améliorer la sorte, d'augmenter de plus en plus le pourcentage des mauvais épis lacuneux.

*
**

Comme *conclusion* au présent chapitre, disons : L'amélioration massale n'est

pas une méthode reposant sur une base scientifique; c'est une méthode empirique, ne pouvant donner de résultats durables qu'accidentellement et au bout d'un nombre appréciable d'années et à condition de continuer annuellement la sélection de nouvelles plantes-mères.

Si, rebuté par la soi-disant difficulté de la méthode individuelle, le cultivateur veut, malgré tout, faire de l'amélioration massale, qu'il choisisse, comme points de départ, non pas des graines, non pas des épis, mais des plantes entières et qu'il continue l'amélioration par le choix répété de nouvelles plantes-mères, accompagné, au besoin, d'une séparation de formes.

CHAPITRE II.

L'AMÉLIORATION GÉNÉALOGIQUE OU INDIVIDUELLE,

par séparation de lignées pures.

Vouloir expliquer la marche de cette méthode actuellement employée dans la totalité des entreprises sérieuses et vouloir établir la technique de ses diverses modalités, sans avoir exposé les diverses théories de l'hérédité, bases scientifiques de cette amélioration, serait faire œuvre vaine. Appliquer mécaniquement pour ainsi dire des règles tracées d'avance, sans se rendre compte du pourquoi des divers détails pratiques dont l'ensemble constitue la méthode, c'est marcher à l'aveugle, c'est s'exposer à des mécomptes certains. Qu'on me permette donc, au préalable, une courte incursion dans le domaine de l'hérédité.

§ 1. — Bases scientifiques de l'amélioration individuelle.

L'Hérédité. — Définir l'hérédité est quelque chose de trop simple pour être facile : aussi les biologistes en ont donné de multiples définitions, qui, au fond, se ressemblent toutes et ne portent, souvent, que sur une querelle de mots. Disons simplement que l'hérédité c'est cette théorie biologique qui fait que les enfants, et souvent même les générations suivantes, ressemblent plus ou moins à leurs parents, à leurs géniteurs, c'est ce par quoi les qualités et les défauts tant physiques que physiologiques, intellectuels et moraux des parents se transmettent, à un degré plus ou moins élevé, à leur progéniture.

Dans l'espèce humaine, nous savons, par exemple, que certains caractères physiques, comme la couleur de la peau, la constitution et la couleur des cheveux, la situation et la couleur des yeux, la présence de certaines anomalies (doigt ou orteil supplémentaires, fusion totale ou partielle de la première pha-

lange, etc.) sont héréditaires, c'est-à-dire peuvent être transmises par les parents aux enfants.

Ce qui est vrai pour l'espèce humaine, l'est pour les animaux et pour les plantes : les lois de l'hérédité régissent tous les êtres organisés, tous les êtres vivants; à quel degré, par quelles modalités, c'est ce que nous allons nous efforcer d'expliquer sommairement ci-dessous.

La notion d'espèce. — Afin de pouvoir étudier en détail l'ensemble du monde végétal, on a dû répartir toutes les plantes en grands groupements. Ceux-ci réunissent des ensembles végétaux à extension numérique de moins en moins grande : c'est ainsi que le règne végétal est réparti entre quelques grands *embranchements*, subdivisés, à leur tour, en *classes*, en *ordres*, en *familles*.

Le froment, l'orge, le seigle, l'avoine, le maïs, le riz, les graminées des prés appartiennent tous à la famille des *Graminacées* à cause de leur inflorescence caractéristique.

La famille des Graminacées se compose, à son tour, d'un très grand nombre de *genres*. Un de ces genres est, par exemple, le genre *Triticum*, auquel appartiennent tous les froments cultivés ou sauvages. Nous connaissons des froments dont le grain, au battage, sort très facilement hors de ses enveloppes (« balles ») et dont l'axe de l'épi est très résistant à la rupture : c'est le *froment commun*; il existe, d'autre part, dans les contrées montagneuses, à sol pauvre, à climat rude, une céréale appelée *épeautre* : son épi ressemble très fort à l'épi de froment, mais le rachis est très cassant et le grain adhère tellement fort aux glumelles qu'il faut des meules spéciales pour le faire sortir de ses balles; l'épeautre et le froment commun sont des *espèces* (1) appartenant toutes deux au genre *Triticum*.

Déjà à l'époque de Linné, on s'aperçut que la notion d'espèce ne suffisait pas encore à classer les plantes, malgré que le nombre de caractères différentiels entre deux espèces était déjà très réduit : nous venons de voir, en effet, que l'épeautre ne diffère essentiellement du froment ordinaire que par deux caractères : fragilité de l'axe de l'épi, glumelles fortement serrées autour de la graine.

Toutefois, en examinant les froments communs, nous en trouvons qui ont des épis roux, d'autres, des épis blancs, il y en a dont les glumelles inférieures portent une longue arête (froments barbus), d'autres qui ne sont pas munis de cet appendice (froments non barbus ou mutiques), chez quelques-uns, enfin, le grain est roux, chez d'autres, blanc.

On a eu recours alors à diverses notions complémentaires à celles de l'espèce : on a parlé de sous-espèces, de variétés, de sortes, de races et on a, pour le froment, mentionné des sortes barbues et mutiques, des variétés à épi roux, à épi blanc, des variétés ou des sortes d'hiver ou de printemps, des

(1) Afin d'identifier les genres et les espèces, on leur a donné un nom : le froment commun s'appelle, par exemple, *Triticum vulgare* ; le premier nom est le nom du genre (nom de famille), le deuxième étant celui de l'espèce (prénom) ; l'épeautre est le *Triticum Spelta*.

races locales ou des sortes introduites (1), discutant souvent très longuement sur l'attribution de ces diverses dénominations, sur l'importance de l'extension à donner à tel ou tel de ces termes. Ces discussions sont devenues beaucoup plus oiseuses depuis que Jordan a établi la théorie des *espèces élémentaires* ou *petites espèces,* théorie qui a été étendue par Johanssen, aux *lignées pures.*

Petites espèces de Jordan ou espèces élémentaires. — En 1873, Jordan publia les résultats de ses belles observations faites sur une petite plante appartenant à la famille des Cruciféracées et qui épanouit ses corolles blanches, dès le premier printemps, sur les vieux murs et les coteaux ensoleillés; dans la classification linnéenne cette plantule a reçu le nom de *Draba verna* (Drave printanière). Jordan démontra, par des essais de culture multiples et soigneux, que l'espèce linnéenne de *Draba verna* se décomposait en un grand nombre (plus de 200) d'espèces plus élémentaires que l'espèce linnéenne, s'étendant chacune à un nombre moins grand de plantes que la « grande » espèce de Linné, mais ayant droit égal à l'appellation d'espèce. En effet, toutes les différences morphologiques consistant en des diversités de structure extérieure, différences si petites qu'elles soient (pétales à bords entiers ou un peu fendus ou très fortement incisés, pétales larges ou réduits à une languette, présence ou absence de poils sur certains organes, etc.) sont transmises intégralement par les graines à la descendance; en un mot, elles sont *héréditaires.*

Jordan venait ainsi de fonder la théorie *des petites espèces,* encore appelée *espèces élémentaires* (2).

Voyons comment cette théorie peut s'appliquer à nos plantes de grande culture. Nous connaissons l'espèce linnéenne *Triticum sativum,* le Froment commun. Nous disions plus haut que parmi les froments communs les uns étaient à épi roux, les autres à épi blanc; or, ce caractère de coloration de l'épi a, au point de vue distinctif de l'espèce, la même importance que les caractères essentiels qui différencient le froment commun de l'épeautre : en effet, la coloration de l'épi est intégralement transmise par hérédité, des parents sur leur descendance; de même que les plantes issues de graines prélevées sur un froment commun auront, toutes, des épis à rachis non cassant et des graines non vêtues, ainsi aussi la descendance d'un épi blanc, si aucun croisement spontané avec une autre espèce ou aucune variation brusque n'interviennent — et ces cas sont très rares chez le froment — cette descendance,

(1) Un vocable dont l'emploi se généralise en agriculture est celui de *sorte*; ce terme a une extension des plus capricieuses et tend à remplacer de plus en plus, dans le langage courant, les notions de race et de variété : on parle de sortes locales, de sortes introduites, de sortes de plaine et de montagne; chaque variété lancée par tel ou tel sélectionneur est aussi une sorte : le Grenadier, par exemple, le Bon Fermier, le Wilhelmine, le Descat, deviennent autant de sortes.

(2) Le généticiste hollandais Lotsy propose l'appellation plus brève de « Jordanons » en l'honneur de leur inventeur, réservant le nom de « Linnéons » aux grandes espèces linnéennes.

dis-je, sera toute à épis blancs. Le caractère « épi blanc » est donc caractère distinctif d'une espèce au même titre que la solidité de l'axe; le froment commun à épi blanc sera donc une espèce au même titre que l'épeautre, mais une espèce de moindre envergure.

Parmi les froments communs à épi blanc, nous trouvons des « sortes » dont les glumes (balles) sont aristées, c'est-à-dire munies d'une barbe plus ou moins longue, et d'autres dont les épis ne portent pas ces appendices et qui sont dites non barbues ou mutiques. Ici encore nous avons à faire à un caractère intégralement héréditaire, donc à de vraies espèces, mais qui sont de moindre extension — mais non pas de moindre importance — que la petite espèce « froment commun à épi blanc ».

Allons plus loin encore dans cette pulvérisation de l'espèce linnéenne *Triticum sativum*. Parmi les « froments communs, à épi blanc, non barbu » nous en trouvons dont les épillets ne sont pas du tout serrés le long de l'axe, qui ont, comme on dit, une petite compacité ou densité; la section transversale de ces épis forme une espèce de rectangle assez aplati et l'extrémité en est effilée; chez d'autres, au contraire, les épillets sont serrés le long du rachis, les épis étant denses ou compacts, leur section transversale est carrée et leur extrémité se termine brusquement, obtusément; les premiers sont souvent des vieilles sortes locales, les seconds ont reçu le nom de « squarehead » ou « épis carrés ». Ici encore nous avons à faire à une vraie petite espèce encore plus élémentaire que la précédente mais, scientifiquement, de même valeur, ces nouveaux caractères surajoutés se transmettant aussi intégralement par hérédité à la descendance que les caractères « solidité de l'axe » et « grain nu » de l'espèce linnéenne *Triticum sativum*.

Avançons d'un dernier pas : il y a des « froments communs, à épi blanc non barbu, du type Squarehead », dont le grain est roux, d'autres qui donnent du grain blanc : voilà encore un caractère, coloration de la graine, caractère important, caractère héréditaire, qui décompose l'espèce élémentaire précédente en deux nouvelles petites espèces : le froment commun à épi blanc, mutique, squarehead, à grain blanc et le même à grain roux.

Mais la pratique sélective exige de pousser encore plus loin la subdivision : parmi ces formes, à grain blanc, il y en a qui ont des graines courtes et ventrues, d'autres des semences plus allongées, moins grosses; et, donnée nouvelle et bien plus importante encore pour l'agronome que tous ces caractères morphologiques, nous avons l'ensemble des caractères physiologiques : la résistance au froid, à la sécheresse, à la verse, aux maladies, la précocité ou la tardivité, etc. Où le sélectionneur va-t-il arrêter la pulvérisation de l'espèce linnéenne ? A la *lignée pure de Johannsen.*

Les lignées pures de Johannsen. — Johannsen (1) étudiant la théorie de la variabilité chez les végétaux, avait pris comme matériel d'expérimentation une espèce élémentaire du Haricot commun blanc : à égalité pour ainsi dire absolue de tous les autres caractères de cette petite espèce, il avait

(1) Botaniste danois, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Copenhague.

constaté une assez grande variabilité dans les dimensions des graines. Ayant réparti en divers lots, composés chacun de semences de même poids, les haricots récoltés sur un certain nombre de touffes de sa petite espèce, il trouva, chose prévue, que le lot contenant le plus de graines était celui des haricots d'un certain poids moyen, tandis que les lots extrêmes des plus grosses et des plus petites graines n'étaient représentés que par quelques unités et même parfois par une seule semence.

Les savants qui s'occupaient alors des mêmes études que Johannsen croyaient qu'en choisissant des graines d'un lot à poids plus élevé ou plus petit que celui constituant le lot moyen et en les plantant, on obtenait de nouveaux ensembles de plantes dont la grandeur moyenne des semences était plus élevée ou plus petite que l'ensemble initial. Ce serait comme si, dans un petit lot quelconque de froment, en semant les graines les plus grosses, les plus lourdes, on obtiendrait, à coup sûr, une récolte dont le rendement moyen serait plus élevé que celui provenant du semis du mélange initial. Or, Johannsen a montré que si, en agissant ainsi, on arrivait vraiment à augmenter la moyenne du rendement c'est que, sans le vouloir, on avait réussi à isoler dans la petite espèce avec laquelle on expérimentait, une ou quelques *lignées pures*. Qu'entend-on par cette nouvelle notion ?

La *lignée* — telle que Johannsen l'a conçue, conception qui depuis lors a pris, en génétique, l'importance d'un dogme — *est l'ensemble de toutes les plantes provenant d'une seule graine initiale, c'est-à-dire d'une même « plante-mère, » n'importe à quelle génération ou stade de multiplication qu'on se trouve*, à condition toutefois que, au cours de ces diverses générations, *aucun mélange d'individus provenant d'autres plantes-mères ne s'y soit introduit,* mélange qui pourrait être dû, soit à un accident, soit à un croisement artificiel ou spontané ou même à une variation brusque.

On a donné le nom de *population* à tout ensemble constitué par un groupement de plusieurs lignées. Ce terme employé tout d'abord par Johannsen, a acquis, depuis lors, droit de cité en génétique, au même titre que celui de lignée.

En outre, notion également fondamentale en amélioration, une *lignée* sera dite « *pure* » si la plante-mère, point de départ de ces générations, est, héréditairement parlant, pure, c'est-à-dire, le produit de la fusion de deux cellules sexuelles de valeur, d'essence identique. Cette condition se trouve généralement remplie chez les plantes *autogames* ou à *autofécondation* normale (1) c'est-à-dire chez ces plantes où, comme chez le Froment, l'Orge, l'Avoine, les Haricots, les Pois, l'ovule est, dans la très grande majorité des cas, fécondé par le pollen provenant des organes mâles de la *même fleur.*

Cette autofécondation, se répétant à chaque génération, fusionne des éléments sexuels de valeur héréditaire constamment identique et donne ainsi

(1) Je ne puis me résoudre à remplacer cette expression, employée depuis tout temps et maintenant encore par la généralité des biologistes, par le mot « suifécondation », proposé par Coquidé (*Amélioration des plantes cultivées et du bétail,* p. 117), sous le fallacieux prétexte d'une rectification étymologique.

naissance à des graines renfermant en elles tous les caractères distinctifs de la plante-mère de départ.

Johannsen et, après lui, un grand nombre de biologistes, ont montré par des essais absolument concluants, effectués sur des plantes à autoféconda-tion les plus diverses, qu'une lignée pure constitue, tout comme l'espèce linnéenne, tout comme une petite espèce élémentaire, une entité définitive, un ensemble dorénavant immuable, aussi longtemps, je le répète, qu'elle reste pure, c'est-à-dire sans ingérence d'un sang étranger.

Cette théorie est la base de l'amélioration individuelle. Aussi ne saurait-on assez y insister; car actuellement encore, non seulement chez certains sélectionneurs mais même dans l'esprit de certains biologistes et de certains ingénieurs-agronomes, il règne, sur cette conception de la lignée pure des doutes et des idées trop peu claires.

Aussi qu'on me permette d'insister une dernière fois en prenant un exemple. Je prélève, dans un champ de froment, une touffe normale génétiquement pure — comme c'est généralement le cas — et provenant du développement d'une graine unique : j'égrène la plante, j'élimine les semences trop petites, mal venues, échaudées ou cassées et je mets en terre, sur une petite parcelle de composition bien uniforme, les quelque cent-cinquante à deux cents bonnes graines restantes ; les 200 touffes récoltées seront identiques (les manifestations de la petite variabilité mises à part) aussi bien entre elles qu'avec la touffe « plante-mère » qui a fourni des graines dont cette génération est issue, et cela non seulement au point de vue des caractères extérieurs, mais aussi au point de vue important des qualités ou des défauts physiologiques.

A la troisième et à la quatrième générations, et à n'importe quel moment de la multiplication de cette semence, la même identité continuera à exister entre les centaines de mille, les millions de plantes et la plante-mère initiale, encore une fois, en restant dans la limite de la variabilité fluctuante et à condition qu'aucun mélange accidentel avec une autre lignée ou aucun croisement ou mutation ne viennent rendre impure la lignée en cours de multiplication.

Sur cette lignée ainsi constituée au moyen des descendances successives de l'unique plante-mère, la sélection n'y a dorénavant plus aucun pouvoir : le choix, dans une des générations successives de cette lignée, d'un certain nombre de plantes particulièrement luxuriantes, à développement particulièrement beau, à épis extraordinairement grands et nombreux, ne pourra perfectionner la descendance, la sorte pure, si ces différences d'aspect sont dus à la variabilité fluctuante. *Une lignée pure et restant pure est, dorénavant, imperfectible* : elle ne pourra être influencée ni en bien ni en mal.

La variabilité fluctuante. — Afin d'exposer clairement la vraie portée de cette théorie, rien ne vaut un exemple.

Vers le milieu d'une grande parcelle de froment, semée en bon terrain et ayant reçu une bonne fumure normale, en une place où la végétation est bien régulière, sans vides, choisissons une touffe quelconque portant par exemple cinq épis blancs, non barbus, à grain blanc, à paille de longueur

moyenne et à feuille d'un vert d'intensité moyenne. Egrenons la plante choisie et distribuons les quelque 150 bonnes graines, dont l'ensemble constitue donc une lignée pure, entre divers champs de la région, en prenant soin de marquer, par un moyen quelconque, la place où les diverses graines ont été mises en terre, afin de reconnaître les plantes qui en naîtront. Répartissons-les de façon à ce qu'un certain nombre de plantes se développent dans les mêmes conditions que la plante-mère, tandis qu'un deuxième lot aura été semé en bordure extérieure d'une parcelle, qu'un troisième semis aura été effectué dans une terre plutôt sablonneuse, assez pauvre, et supposons enfin que le semis d'un quatrième lot ait été dévasté par des corbeaux, qui y ont provoqué de grands vides, ne laissant ainsi subsister que quelques rares touffes.

Dès que le développement des plantes le permettra, étiquettons soigneusement chaque lot. A matûrité, arrachons successivement les touffes de chacun des 4 lots et lions-les en gerbes, à raison d'une gerbe par lot. Nous avons ainsi les groupements suivants : *a*) lot 1 : lot normal; *b*) lot 2 : plantes de bordure; *c*) lot 3 : terre pauvre; *d*) lot 4 : plantes largement distancées.

Examinons attentivement les plantes de chaque lot, que constaterons nous ? Tout d'abord que, malgré la diversité des emplacements, l'ensemble des touffes récoltées montreront certains caractères communs : c'est ainsi que la totalité des plantes auront des épis blancs, mutiques, à grains blancs; en revanche, les plantes de certains lots se différencieront sensiblement des touffes plantes-mères. Alors que le lot 1 sera constitué par des plantes pour ainsi dire identiques à la touffe initiale, il n'en sera pas de même pour les autres catégories: c'est ainsi que les individus du lot 2 auront un tallement (nombre d'épis) moyen, supérieur à celui de la plante-mère, les feuilles seront plus développées et d'un vert plus foncé, les épis seront plus longs, les pailles, de même. On constatera aussi que le lot 3 aura fourni des plantes chétives, à paille courte, à feuilles d'un vert plus pâle, à épis moins développés et que le lot 4 comprendra une majorité de touffes à développement luxuriant, à tallement élevé (10-15 épis et plus)à épis d'aspect entièrement transformé, leurs entre-nœuds s'étant considérablement allongés et le nombre d'étages accru. Ces transformations subies par les plantes des lots 2 et 3 et surtout 4 peuvent être tellement profondes qu'on hésiterait souvent à les ranger dans la même sorte que la plante-mère.

Ces « variations », telles que nous venons de les exposer pour le froment, se présentent de la même façon, et avec la même intensité, chez toutes les plantes et même chez tous les êtres organisés : toujours des êtres placés dans des conditions vitales différentes montreront des différences sensibles dans leur développement.

A côté du phénomène de la transmission héréditaire des divers caractères d'une plante-mère aux descendances, se place donc celui, antagoniste en quelque sorte, de la variabilité : cette variabilité, dans notre exemple, a surtout affecté certains caractères nettement quantitatifs (nombre d'épis, longueur de la paille, grandeur des feuilles, etc.) tandis que certains caractères qualitatifs (absence ou présence de barbes, coloration des épis et des graines) ont été moins influencés quoique, en y regardant bien, on constatera, pour ces carac-

tères-là aussi, certaines différences, par exemple dans le degré d'intensité de la coloration des épis.

Or, je dis que ces variations appelées *variations fluctuantes, fluctuations, petites variations, modifications* (dans le sens de Baur), dues à des influences purement locales, à des différences fortuites dans la quantité d'éléments nutritifs, d'air et de lumière mises à la disposition des diverses plantes d'une lignée, *ne sont pas héréditaires,* ne sont pas transmissibles telles quelles à la descendance de ces plantes. Et cette double théorie, d'une part de la *non-transmissibilité héréditaire des variations fluctuantes* et, d'autre part, *l'immuabilité normale de la lignée pure,* constitue la base de la méthode de l'amélioration individuelle.

Si nous considérons, dans la lignée pure sur laquelle nous avons expérimenté, un des caractères ayant varié, par exemple le nombre d'épis (tallement), nous constatons qu'en examinant une à une les touffes constituant la seconde génération, le nombre d'épis a varié dans des limites très étendues, allant par exemple de plantes à un seul épi à celles de quinze épis (dans le lot 4).

Choisissons, dans la descendance de cette lignée pure, d'une part une plante à épi unique, normal, et d'autre part une touffe à 15 épis normaux, égrenons séparément l'épi unique de la première touffe et chacun des 15 épis de la deuxième et nous constituons ainsi 16 lots de graines, que nous semons chacun sur une ligne, soit 16 lignes, une par épi, sur une petite parcelle bien régulière de composition, à égalité de distance entre les lignes et entre les graines dans la ligne. Que constaterons-nous à la récolte ? Tout d'abord que, dans chaque ligne, les manifestations de la variabilité fluctuante, sans être absolument exclues, seront d'amplitude beaucoup moindre que dans l'essai précédent, parce que les conditions locales de nutrition sont beaucoup plus régulières, vu l'équidistance de semis dans une terre de composition sensiblement égale; mais nous constaterons surtout le fait très important qu'on ne décèlera aucune différence sensible au point de vue tallement (comme au point de vue de tout autre caractère envisagé) entre la ligne provenant des graines de la touffe à épi unique et chacune des 15 lignes provenant de la plante à tallement élevé.

En choisissant donc comme point de départ d'une amélioration, dans le lot 4, lot provenant de la même plante-mère initiale que les lots 1 à 3 et constituant donc avec ces 3 lots *une même lignée pure,* en choisissant dis-je une plante à tallement très élevé, à grands et beaux épis, à feuilles d'un vert bien foncé, dans le but d'essayer d'augmenter sensiblement, pour ces caractères, la moyenne de la lignée, on est sûr d'un échec, parce que ce développement anormal de la touffe choisie est dû à des causes qui relèvent de la variabilité fluctuante et que la variabilité fluctuante n'est pas héréditaire.

Ce qui est vrai pour le froment, l'est aussi pour n'importe quel autre cas de petite variabilité : touffe de pomme de terre d'une lignée végétative (c'est-à-dire ayant comme origine, non une fusion de deux cellules sexuelles, une fécondation, mais un moyen quelconque de multiplication végétative :

greffe, bouture, écusson, tubercule, bulbe, etc.), qui devrait son développement anormal à l'accumulation fortuite de matières nutritives ou racine de betterave sucrière montrant une teneur élevée en sucre parce que, par des circonstances dues au hasard, elle a profité de plus de lumière, de plus de substances nutritives (1).

Toutes ces variations dues à des causes locales ne se transmettent pas aux descendances, *les caractères ainsi fortuitement acquis ne sont pas héréditaires.*

L'hérédité des caractères acquis ! Ce qu'on a expérimenté, ce qu'on a discuté concernant cette importante théorie ! Actuellement, la très grande majorité des génétistes ne l'admettent plus et Baur, entre autres, a démontré que si l'on soumettait à une critique raisonnée la plupart des cas d'une soi-disant hérédité des variations fluctuantes, ils ne résisteraient pas à cet examen. La grande erreur commise est, généralement, qu'on expérimente sur des *populations* ou mélanges de lignées, au lieu de travailler sur des lignées pures.

On objecte surtout la sélection de la betterave sucrière dont on a réussi, par choix continu des « plus variantes », c'est-à-dire de racines à teneur toujours de plus en plus élevée, à faire passer celle-ci de 6 à 7 degrés de sucre aux hauts pourcentages actuels de 16 à 20 degrés et au-delà. Or, la présence, à l'époque reculée où les teneurs minimes de sucre étaient normales, de racines à haut pourcentage, a été signalée, racines constituant des lignées sur lesquelles la sélection continue a réussi à mettre la main et dont l'allogamie de la betterave, jointe à cette sélection continue, a augmenté le nombre et les qualités (2).

On a prétendu aussi pouvoir, par cultures successives dans des terres riches, transformer le radis et la carotte sauvages, à racines coriaces, ramifiées, en les succulents légumes que nous apprécions; il est vrai que les graines d'un radis ou d'une carotte sauvage semées en terreau fertile de jardin peuvent donner des racines un peu plus grosses, un peu plus succulentes que celle de la plante de départ. Mais la seconde génération restera stationnaire, ne montrera plus une amélioration dans ce sens; d'autre part, les graines de ces plantes quelque peu améliorées resemées dans leur habitat ancien, redonne-

(1) Cette théorie de la non-transmissibilité héréditaire des variations fluctuantes est la condamnation absolue des concours dits « concours du plus bel épi », si la production devant le Jury de plantes de choix n'est pas suivie d'essais de culture démontrant que ces épis, que ces touffes proviennent d'une lignée pure de mérite extraordinaire et ne sont pas dues à des surnutritions frauduleuses, sans effet utile dans la pratique agricole, ou à toute autre convergence de facteurs heureux.

(2) C'est aussi l'avis de M. J. Levêque de Vilmorin, qui écrit dans son bel ouvrage : « *L'hérédité chez la betterave cultivée* » (Paris, Gauthier-Villars, 1923, II + 153 p., 106 fgs., 0 pls.) aux pages 117-118 : « ..... le progrès a été lent parce que les individus ayant chance » de transmettre une grande richesse à leur descendance n'ont pas été isolés.... Il existe, » parmi les betteraves sauvages, des racines ayant 20 p. 100 de sucre; des racines ont été » trouvées en culture, dosant 21 p. 100 de sucre et plus, nous les avons relevées sur les » cahiers de notre grand-père Louis de Vilmorin, mais elles n'ont pas été isolées; dès lors » le progrès a été lent. En 1811, comme le montre Munerati, on observait une moyenne » de 6-7 p. c. de sucre dans les betteraves cultivées, mais on signalait aussi des sujets à » 16.2 et même à 18.2 p. c. »

ront des plantes sauvages, à racines coriaces et ramifiées. Si des résultats plus définitifs ont été obtenus, c'est que les expérimentateurs n'ont pas pris les précautions d'usage contre les possibilités multiples de croisements spontanés entre la plante sauvage, transportée dans les jardins ou à proximité de ceux-ci, et les porte-graines de la culture ordinaire.

Mademoiselle Trouard Riolle, dans une étude consciencieuse (1), fruit d'essais patients et répétés, a montré l'inanité de l'utilisation des caractères fluctuants dans l'amélioration du radis.

Il m'est impossible ici de m'étendre davantage sur cette question : disons, pour résumer, que ce sont l'emploi, comme instruments de travail, de populations au lieu de lignées pures et l'absence de précautions suffisantes pour écarter tout danger de croisements naturels qui sont les deux causes prépondérantes de certains cas de réussite apparente de l'utilisation des caractères acquis dans l'amélioration des plantes.

§ 2. — Marche d'une amélioration individuelle.

(*Amélioration généalogique, amélioration par séparation de lignées pures, amélioration par pédigrés.*)

Ayant vu dans les pages précédentes ce qu'il fallait entendre par petites espèces et par lignées pures, ayant étudié la variabilité fluctuante, il nous reste à appliquer ces théories à l'amélioration.

La descendance, à n'importe quelle génération d'une plante-mère héréditairement pure, ressemblera toujours à cette plante-mère dans ses caractères morphologiques et physiologiques; une telle descendance constituant une lignée pure, restera pure aussi longtemps qu'un mélange accidentel ou les manifestations d'un croisement ou d'une variation brusque ne viendront transformer la lignée pure en une population ou mélange de lignées.

A l'intérieur d'une telle lignée pure ne se manifeste d'autre variabilité que la variabilité fluctuante, provoquant des variations de plus ou moins grande amplitude mais qui, en aucun cas, ne sont héréditaires. Une lignée pure, dans les conditions exposées ci-dessus, est immuable, elle est imperfectible, ses qualités ou ses défauts ne peuvent être ni augmentés, ni diminués.

Quelle sera, dès lors, la donnée essentielle de l'amélioration d'une variété ?

Isoler dans celle-ci la meilleure lignée pure et la multiplier.

La méthode individuelle ne consiste *essentiellement* que dans l'isolement, à l'intérieur d'une population, d'une plante-mère de choix (« élite ») et dans la multiplication de sa graine, pendant un nombre suffisant de générations afin d'obtenir les semences nécessaires aux besoins propres du cultivateur ou à la vente.

Nous allons exposer successivement la technique de cette amélioration, en passant de la méthode la plus simple à celle plus compliquée de la haute amélioration généalogique avec essais comparatifs.

---

(1) Mlle Trouard Riolle. — *Recherches morphologiques et biologiques sur les radis cultivés*. Nancy, 1914.

Remarque

Je tiens à faire observer que les schémas, qui vont suivre quoique s'appliquant, dans leurs grandes lignes, à toute amélioration, ne peuvent néanmoins être suivis, quant aux détails, que pour l'amélioration des plantes à autofécondation prépondérante (Froment, Orge, Avoine, Haricots, Pois, etc.) et aussi — *mutatis mutandis* — à celles qui se multiplient par voie végétative (Pommes de terre).

Dans l'exposé des méthodes et de la technique (voir II[e] partie), j'ai pensé bien faire en me plaçant aussi tout spécialement au point de vue des plantes autogames; leur amélioration, en effet, ne se ressent pas des diverses complications qu'amène, chez les plantes à fécondation naturellement croisée, le fait même de leur allogamie. J'ai préféré, — dans un but d'unité et de clarté — réserver les détails de la technique *spéciale* de l'amélioration des plantes allogames (Seigle, Betterave, Trèfle, Graminées, Maïs) aux divers chapitres de la 3[e] partie.

I. Méthode par séparation de lignées pures avec choix unique de plantes-mères élites. (Voir le schéma de la figure 4.)

La suite des opérations peut s'établir ainsi (1):

1. — Première année de culture. — *Choix d'un certain nombre de plantes-mères dans une population. — Leur analyse et leur égrenage.*

Dans une parcelle portant une culture quelconque, non améliorée, constituant donc un mélange de lignées, par exemple dans une céréale d'hiver, on choisit, vers l'approche de la maturité ou à la récolte, à la suite des moissonneurs, un certain nombre de touffes destinées à devenir *plantes-mères* ou points de départ d'une amélioration.

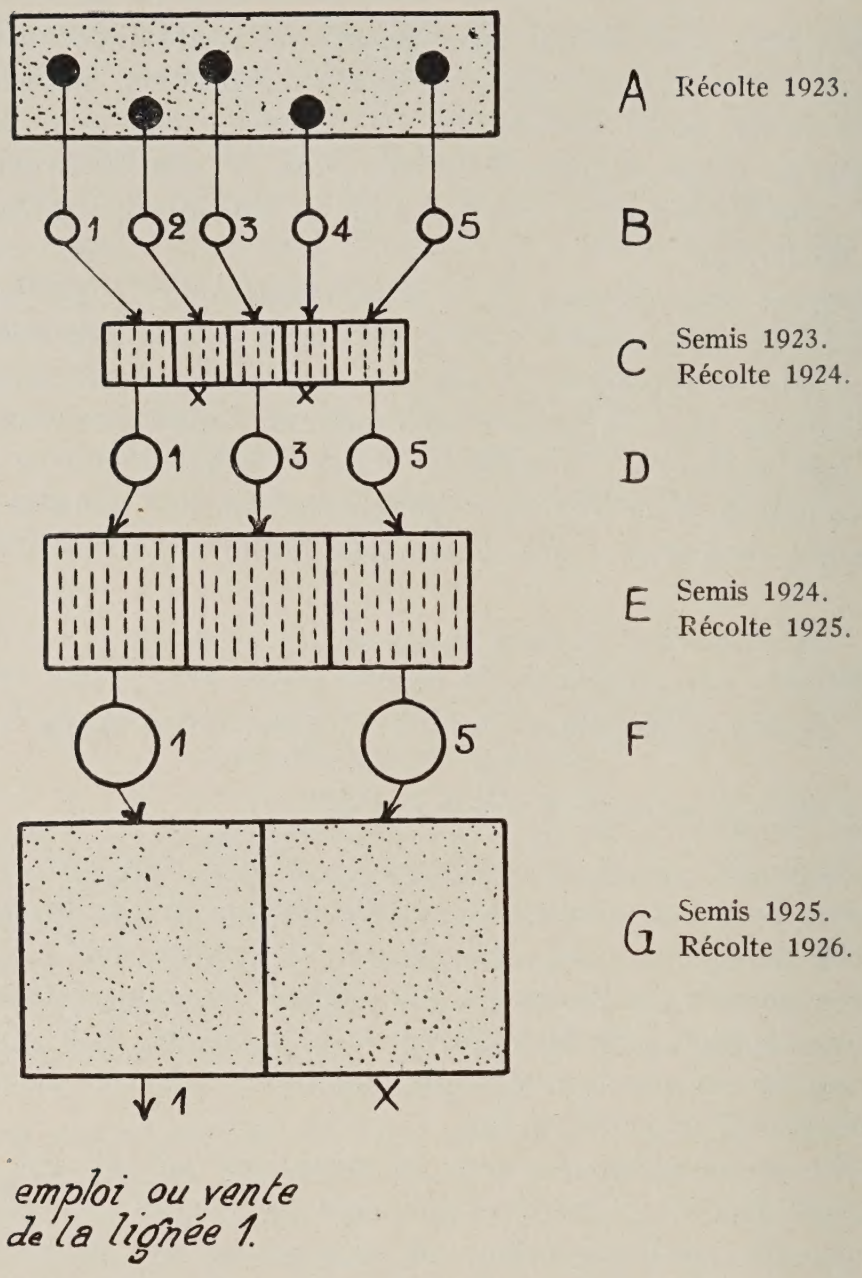
Pour effectuer ce choix on suivra les directives qui ont déjà été exposées plus haut : il faudra en écarter résolument les plantes se trouvant en bordure de parcelle ainsi que celles qui occuperaient des places à végétation très éclaircie et des points où se serait faite une accumulation fortuite de matières nutritives.

On aura donc soin de choisir, vers l'intérieur de la parcelle, en emplacement normal, des plantes bien régulières, saines, à tallage non exagéré mais plutôt moyen et cela en nombre le plus élevé possible : on trouvera, en effet, beaucoup plus facilement des sujets de premier ordre parmi une grande quantité de plantes concurrentes que dans un choix restreint.

Les individus choisis devront être transportés au laboratoire de sélection où l'on soumettra la récolte à un triage approfondi et à une analyse sommaire.

Au lieu de choisir directement les plantes-mères dans des populations de sortes locales ou introduites, on peut aussi avoir recours à d'autres sources : gerbes de plantes provenant de diverses régions du pays et envoyées par les Agronomes de l'Etat ou des particuliers ou aussi des épis; mais, dans ce cas,

(1) Voir la technique détaillée des diverses opérations dans la seconde partie de ce manuel.



A. Choix, dans une population, de 5 plantes-mères, points de départ d'autant de lignées pures.

B. Graines tenues séparées de chaque plante-mère.

C. *Première génération* : Semis, en lignes et à équidistances, des graines de chaque lignée, sur une parcelle à « *élites* ». A la récolte, élimination des lignées qui se sont montrées de qualité inférieure. (X).

D Graines tenues séparées, de chaque élite qui a été conservée en amélioration.

E. *Deuxième génération* : Semis, en lignes et à équidistances, de ces graines sur autant de parcelles d' « *élites de deuxième génération* ». A la récolte, nouvelle élimination.

F. Graines des lignées conservées.

G. *Troisième génération et suivantes* : Semis, en lignes ou à la volée, sur autant de parcelles dites « *de multiplication* », qu'il y a de lignées conservées.

Fig. 4. — Schéma d'une amélioration individuelle ou généalogique, par séparation de lignées pures, chez le froment.

il faut ou bien semer une ligne par épi et faire de chaque épi éventuellement une plante-mère ou bien égrener ensemble tous les épis d'une même variété ou sorte et, au moyen de ces graines, emblaver une petite parcelle en semis clair dans laquelle, à la récolte, on choisira des plantes-mères. D'autres sources peuvent être encore de petites quantités de graines, échantillons plus ou moins volumineux de variétés du pays ou de l'étranger, provenant de marchands ou de sélectionneurs; dans ces cas encore, il faudra nécessairement procéder, au préalable, à un semis clair en petites parcelles.

2. — Semis des graines provenant des plantes-mères en lignes équidistantes et à égale distance entre les graines dans les lignes, sur de petites parcelles appelées *parcelles d'élites de première génération ou élites I,* et cela à raison *d'une parcelle par plante-mère* : l'ensemble des plantes d'une parcelle constituant donc, chez les plantes autogames, une lignée pure.

3. — *Observations* très soigneuses de tous les détails de la végétation de chaque parcelle, depuis la levée jusqu'à la récolte, spécialement au point de vue de la résistance aux gelées, à la sécheresse, aux maladies, à la verse, du degré de précocité et des particularités de végétation.

4. — *Récolte,* parcelle par parcelle, en évitant très soigneusement, entre parcelles, tout mélange accidentel d'épis ou de graines, afin de maintenir la pureté de chaque lignée.

5. — *Analyse* de chaque descendance ou des plantes de chaque parcelle, surtout au point de vue du facteur « rendement ».

6. — *Choix des meilleures lignées; élimination* d'un grand nombre de lignées, basées sur les observations faites durant la végétation ainsi que sur les résultats de l'analyse.

7. — Deuxième année de culture : Semis à équidistances, comme la première année, des graines provenant des lignées non éliminées, sur des parcelles plus grandes que celles de la première année et appelées *parcelles d'élite de seconde génération* (1); le nombre de ces parcelles sera encore égal à celui des lignées conservées en amélioration, *une parcelle donc par lignée non éliminée.*

8. — *Observations végétatives* (voir 3).

9. — *Récolte* (voir 4).

10. — *Analyse* (voir 5).

11. — *Nouveau choix des meilleures descendances;* élimination nouvelle d'un certain nombre de lignées, basée sur les observations et les résultats des analyses.

12. — Troisième année culturale : Semis à la volée ou en lignes, d'après les méthodes habituelles de la région, des lignées restant en amélioration sur

(1) Synonymes : *Elites de contrôle, Elites d'observation, Elites II*; c'est cette dernière appellation qui est le plus souvent employée comme étant la plus courte. On pourrait même, à la rigueur, appeler déjà ces parcelles des « parcelles de multiplication »; mais on préfère réserver ce nom aux parcelles de la troisième génération, c'est-à-dire à celles où le semis se fera d'après les méthodes normales de la grande culture.

des parcelles dites de première multiplication. Observations — récolte — analyse — nouvelles éliminations.

13. — Quatrième année et suivantes. — *Parcelles de deuxième, troixième multiplication,* etc., de plus en plus étendues, jusqu'à obtention d'une quantité suffisante de semences, soit pour les usages personnels, soit pour la vente. Les éliminations successives auront réduit le nombre des variétés et des lignées à un minimum : on n'aura plus gardé que deux ou trois des meilleures lignées adaptées à telle ou telle condition spéciale.

II. Méthode par séparation de lignées pures, avec choix, périodiquement répété, de nouvelles élites.

Cette méthode ne se différencie de la précédente que par l'opération suivante : périodiquement, par exemple tous les deux ou trois ans, on choisit dans chaque descendance de deuxième génération, un certain nombre de *nouvelles élites.*

Les buts de cette opération périodique ne peuvent être que les suivants : Posséder continuellement les meilleures lignées aux différents stades de l'amélioration : Elites de première et de deuxième générations, petites et grandes multiplications, et déceler, éventuellement, à l'intérieur de ces lignées, les effets de croisements spontanés ou de mutations.

Il ne peut s'agir ici que de cela et non pas d'un nouvel essai de perfectionnement des lignées par le choix de nouvelles élites ou plantes-mères, têtes de départ d'autant d'améliorations. En effet, nous l'avons vu, aussi longtemps que n'interviennent ni un mélange accidentel, ni une hybridation spontanée ou une variation brusque, une lignée *pure* dès qu'elle est constituée devient, par le fait même, **imperfectible** : toutes les plantes qui la composent ont la même valeur génétique, la même valeur pratique; les individus qui, dans la lignée, se distingueraient des autres par des épis un peu plus développés, un nombre de graines un peu plus élevé, ne doivent ces qualités qu'à la variabilité fluctuante et donneront des descendances dont la valeur moyenne ne dépassera pas, au point de vue de ces caractères, celle des générations antérieures.

On pourrait même s'abstenir, pour ce motif, de choisir, pour ces points de départ des nouvelles séries de générations, des plantes d'élite et se contenter d'un certain nombre de touffes normales quelconques. Mais on se laisse souvent guider dans ce choix plutôt par une certaine impulsion irrésistible vers les touffes qui semblent les meilleures.

III. Méthode par séparation de lignées pures, avec choix annuellement répété de nouvelles élites et intercalation d'essais comparatifs.

C'est cette méthode qui était employée avant la guerre, dans la plupart des stations officielles réputées.

Encore une fois, je ne prétends pas imposer ici un schéma immuable ; libre à chaque sélectionneur d'y introduire telle ou telle modification pouvant porter

surtout sur des détails de technique; quoi qu'il en soit, voici l'énumération des diverses opérations, dans l'ordre où elles se suivent, quand on utilise cette méthode. (Voir schéma fig. 5):

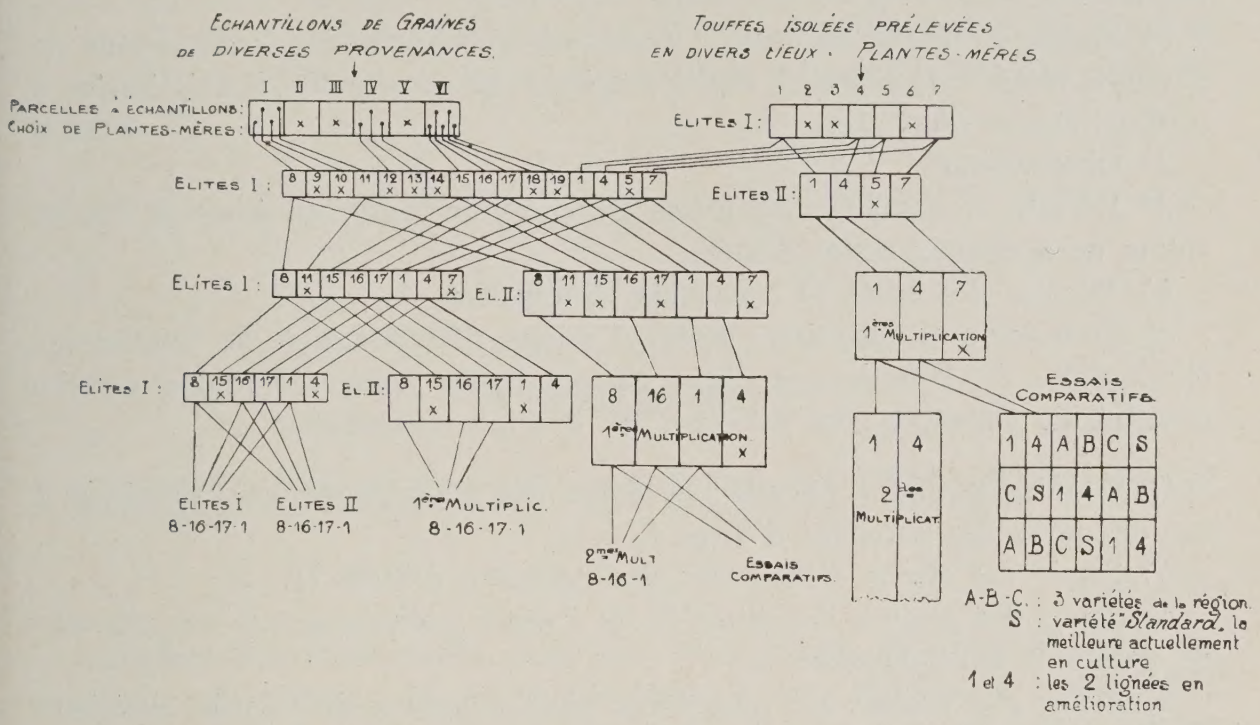


Fig. 5. — Schéma de la méthode d'amélioration par séparation de lignées pures, avec choix annuellement répété de nouvelles élites et intercalation d'essais comparatifs (× = Elimination).

Première année. — 1° Choix de plantes-mères (voir page 33).

2° Semis de leurs graines, à équidistance, sur des parcelles *d'élites I* ou de première génération.

3° Observations au cours de la végétation.

4° Analyse des récoltes : d'après les résultats des observations et des analyses, élimination d'un certain nombre de lignées; puis, dans chaque descendance conservée pour l'amélioration, choix de plusieurs nouvelles *élites I*, le restant des touffes (après élimination du rebut: plantes à un seul épi, plantes rabougries, à épis cassés, etc.) constituant *les restes d'élites* de chaque descendance.

Deuxième année. — 1° Semis des graines provenant des nouvelles élites I sur des parcelles de même grandeur que pour les élites I de l'année antérieure; semis, également à équidistance, des graines des restes d'élites sur des parcelles, plus grandes, *d'élites II*, ou de seconde génération.

2° Observations au cours de la végétation.

3° Récolte et analyse : *a*) récolte des parcelles d'élites I : élimination d'un certain nombre de lignées; dans les lignées conservées, nouveau choix d'un certain nombre d'élites I : analyse du restant des touffes constituant les restes d'élites.

b) récolte des parcelles d'élites II : analyse; nouvelle élimination sur la base des observations végétatives et des résultats d'analyse.

Troisième année. — 1° Semis : *a*) semis des graines provenant des nouvelles élites I, à équidistance, sur des parcelles d'élites I.

b) Semis, à équidistance, des graines des restes d'élites, sur des parcelles d'élites II.

c) Semis, en lignes, au semoir, des grains provenant des élites II, sur des parcelles dites « *de première multiplication* » ou de « *petite multiplication* ». (ordinairement d'un are.)

2° Observations.

3° Récolte et analyse : *a*) Elites I : choix de nouvelles élites I. Constitution de nouveaux restes d'élites.

b) Récolte des élites II : nouvelle élimination.

c) Première multiplication : Battage, triage, détermination des rendements, élimination. — Prélèvement, dans chaque lignée conservée, d'une certaine quantité de semences pour effectuer les « *essais comparatifs* ».

Quatrième année. — Semis : *a*) Semis des graines provenant des élites I, sur des nouvelles parcelles d'élites I.

b) Semis des restes d'élites sur des parcelles d'élites II.

c) Semis des graines des élites II de l'année précédente sur des parcelles de première multiplication.

d) Semis des graines des premières multiplications de l'année antérieure sur des parcelles de *deuxième multiplication* (ordinairement, de 5 à 10 ares).

e) *Etablissement de parcelles comparatives,* où entrent en compétition les lignées en amélioration, des sortes non améliorées et une sorte « standard » qui sera par exemple la meilleure sorte antérieurement améliorée. (Pour les détails spéciaux concernant les essais comparatifs, voir chapitre IV).

L'amélioration se continue d'après le même schéma jusqu'à obtention de quantités suffisantes de graines pour l'utilisation propre ou pour la vente.

Observations. — 1° Périodiquement, sinon annuellement, on introduit dans l'amélioration de *nouvelles* plantes-mères, choisies dans des échantillons de graines, d'épis ou de touffes provenant de champs soit de la région, soit d'autres zônes agricoles du pays ou bien venant de marchands ou de sélectionneurs étrangers; d'autres sources de nouvelles plantes-mères peuvent être les produits d'hybridations artificielles ou spontanées ou de variations brusques apparues dans les lignées en observation.

2° En ce qui concerne le *nombre* de nouvelles élites I à choisir annuellement, il est clair que plus le nombre en sera grand, plus on aura de parcelles en observation pour chaque lignée, et plus grande sera la chance de trouver des variations héréditaires (mutations, par exemple) ; mais, comme l'apparition de ces variations est plutôt rare, que leur utilisation au point de vue pratique est assez hypothétique, — en effet, elles ne se manifestent qu'exceptionnellement dans le sens d'une amélioration — et que, d'autre part, actuellement surtout, il s'agit d'épargner de la main-d'œuvre, du temps et du terrain, il me semble que c'est faire œuvre sage que de ne choisir qu'un nombre restreint de nouvelles élites I.

Même à notre Station de Gembloux, nous ne choisissons plus que deux

touffes de nouvelles élites I dans chaque lignée non éliminée lors de l'analyse: une de ces touffes est conservée pour le cas où un accident quelconque — hiver particulièrement rigoureux, dégâts d'insectes, grêle — viendrait à détruire une lignée méritante; l'autre est égrenée et les graines en sont semées sur la parcelle leur destinée, de façon à avoir continuellement en amélioration toutes les générations d'une lignée depuis l'élite I jusqu'aux grandes multiplications.

CHAPITRE III.

L'AMÉLIORATION APRÈS HYBRIDATION

L'amélioration individuelle, telle que nous venons de l'esquisser, est une méthode relativement facile et accessible à tout cultivateur progressiste, intelligent et consciencieux; par elle, il pourra, en trois ou quatre années, isoler, dans une population quelconque, variété introduite ou mieux encore, sorte locale, les lignées les plus méritoires, qui, après multiplication et essais comparatifs, lui fourniront une semence de choix pour ses besoins personnels et pour la vente.

Malheureusement le nombre de petites espèces, et, dans celles-ci, le nombre de lignées n'est pas illimité : de plus, ne répondant pas toutes à un perfectionnement, elles ne sont pas toutes pratiquement utilisables dans l'économie agricole. Ceci est surtout vrai pour les variétés étrangères déjà soumises, dans leur pays d'origine, à une amélioration prolongée.

Que devra faire le producteur sélectionneur arrêté devant cette impossibilité de continuer l'amélioration et qui, quoique ayant déjà obtenu par la méthode généalogique des résultats très appréciables, désirerait néanmoins pousser plus loin encore le perfectionnement de ses sortes ? Il devra avoir recours à la *création de nouvelles sortes améliorées, par des croisements artificiels raisonnés.*

§ 1. — Le Mendélisme : base scientifique de l'amélioration par croisement.

Naudin venait d'établir deux lois importantes de l'hérédité après hybridation : celle de l'uniformité de la première génération hybride et celle du retour partiel des générations ultérieures vers les types parentaux.

En 1865, Mendel ayant soumis à un dénombrement rigoureux les nombreuses descendances issues de ses célèbres croisements entre races de Pois, énonça les lois qu'en son honneur on a appelé les « lois mendéliennes de

l'hérédité après croisement », lois qui, redécouvertes en 1900 par Correns, Tschermak et de Vries, furent définitivement admises comme bases du « mendélisme », cette nouvelle branche des sciences biologiques qui, depuis bientôt 25 ans, est l'objet des recherches d'un très grand nombre de savants.

L'exposé de ces lois paraîtra un peu aride et de compréhension quelque peu difficile à maints lecteurs de ce manuel, il est cependant absolument nécessaire; je m'efforcerai toutefois d'être le plus clair et le plus bref possible. Dans ces développements, j'utiliserai comme exemple certaines plantes agricoles et une fleur qui m'a servi de sujet d'expérience dans des recherches personnelles : *Campanula Medium,* la Campanula ordinaire des jardins.

I. — Croisements monohybrides.

Chez le froment, nous rencontrons des formes à grain rouge et d'autres à grain blanc; on pourrait, en principe, trouver des lignées pures qui ne se distingueraient que par ce seul caractère: la coloration de l'enveloppe de la graine, coloration due, chez certaines lignées, à la présence d'un seul facteur (1) dont l'absence détermine, au contraire, chez d'autres descendances, la non coloration de la semence.

Prenons deux plantes de froment identiques, à cette différence près que l'une appartient à une lignée pure, constante, à grain rouge, alors que l'autre a été choisie dans une lignée fixée, comme on dit, à grain blanc. Enlevons aux épis de cette seconde touffe les étamines ou organes mâles, en un mot, opérons chez elle une castration, puis fécondons-la au moyen d'un pinceau chargé de pollen prélevé sur la plante à grain rouge.

Première génération hybride ou F 1 (2). — Prélevons les graines résultant de cette « hybridation » ou croisement, semons-les sur une petite parcelle; que constaterons-nous au moment de la floraison de ces plantes hybrides ? Que tous les individus, sans aucune exception, porteront des épis à grain rouge.

C'est là une des premières lois mendéliennes, déjà reconnue par Naudin : l'uniformité de la première génération hybride; toutes les plantes d'une telle

(1) Les différences fondamentales existant entre deux lignées pures et transmissibles par hérédité sont déterminées, d'après la théorie mendélienne dite de « la présence ou de l'absence », par la présence ou l'absence d'*unités héréditaires* encore appelées « gènes » ou « facteurs ». Nous n'envisagerons pas ici la question de savoir à quoi répond en réalité, ce terme de « facteur ». Comme l'établit très bien Baur, dans son excellent traité de génétique expérimentale — un des meilleurs qui soient —, dire que tel ou tel caractère repose sur la présence de tel ou tel facteur, ce n'est ici qu'une façon de parler, d'exprimer en peu de mots et facilement les différences existant entre les deux races, en faisant abstraction de la possibilité de l'existence ou de l'absence, chez les individus envisagés, de quelque chose de matériel, de concret.

(2) Dans le monde génétiste, on s'est mis d'accord sur quelques symboles facilitant la présentation par écrit des phénomènes mendéliens : c'est ainsi qu'une hybridation s'exprime par le signe × ; généralement on met à gauche de ce signe le nom de la plante castrée qui servira de plante maternelle et à droite, celui de la plante paternelle qui fournit le pollen. Cette génération parentale est désignée par P1, la première génération hybride résultant du croisement est la F1 (première génération « filiale »), la seconde génération et les suivantes étant les F2, F3, etc.

génération issue du croisement entre deux « géniteurs » génétiquement purs c'est-à-dire stables, fixés, sont identiques entre elles.

Nous voyons, en outre, que toutes les graines sont du type coloré : il y a donc « dominance », comme on dit, du caractère « coloration de la graine » sur le caractère « absence de couleur » qui, lui, est dit « récessif » vis-à-vis du premier.

Deuxième génération hybride ou F 2. — Si, écartant tout danger de nouvelles fécondations croisées, nous autofécondons artificiellement ces plantes de la F 1, c'est-à-dire si nous déposons sur les pistils ou éléments femelles de chaque fleur du pollen prélevé sur cette fleur, ou bien — comme dans le cas présent, il s'agit d'une plante à autofécondation — si nous laissons simplement les individus de la première génération hybride s'autoféconder naturellement et que nous semons les graines issues de ces autofécondations, elles vont donner naissance à tout un ensemble de plantes qui ne seront plus du tout uniformes comme à la F1. Dénombrons tous ces individus de la F2, et nous constaterons que 75 p. c. ou les 3/4 ont des graines rouges c'est-à-dire du type dominant et que 25 p. c. ou 1/4 sont du type récessif c'est-à-dire portent des épis à graines blanches; comme on s'exprime en génétique, la première génération hybride s'est *disjointe* à la F 2 en plantes à grains rouges et à grains blancs, dans la proportion de 3 : 1; c'est *la formule de la disjonction mendélienne dans le cas d'un mono-hybride à dominance d'un caractère sur l'autre.*

Comment le mendélisme explique-t-il cette disjonction typique ? Nous savons que toute graine est le résultat de la fusion entre une cellule sexuelle ou gamète mâle — provenant du grain de pollen — et une cellule sexuelle ou gamète femelle — provenant de l'ovule.

C'est ainsi que la plante parentale à graines colorées provient de l'union de deux cellules sexuelles, l'une mâle, l'autre femelle, transmettant toutes deux le caractère « coloration de la graine », tandis que la plante parentale à grain blanc provient d'une graine issue de la fusion de deux cellules sexuelles transmettant le caractère « non-coloration » du grain.

Pour plus de facilité, représentons ces divers faits par les symboles actuellement employés par tous les mendéliens :

Soit R, le facteur qui détermine dans chaque grain de pollen et dans chaque ovule la tendance à la formation de graines rouges et r le facteur déterminant l'absence de coloration chez la graine; la plante à grain rouge aura la formule génétique RR puisqu'elle provient de la fusion de deux cellules sexuelles renfermant toutes deux R; le géniteur à grain blanc sera rr.

Le croisement (P1) donnant naissance à l'hybride de première génération sera donc : RR × *rr* et la première génération hybride elle-même (F1) sera R*r*.

Ces individus seront à grains rouges parce que R (grain rouge) est *dominant* vis-à-vis de r (grain blanc). Cet hybride, issu de la fusion d'une gamète mâle R avec une gamète femelle r *formera à son tour deux espèces de cellules sexuelles* — R et r — *et cela dans la proportion fixe, stable de* 50 p. c. *de gamètes* R *et* 50 p. c. *de gamètes* r.

C'est ce fait de la formation, chez l'hybride de première génération, d'un nombre identique de gamètes mâles et de gamètes femelles qui fournit l'ex-

plication de toutes les disjonctions mendéliennes. C'est ainsi que dans le cas présent l'hybride de première génération (F1) : R*r* forme donc, en nombre égal, 4 espèces de gamètes : des gamètes mâles R, des gamètes femelles R, des gamètes mâles *r* et des gamètes femelles *r*.

Fécondons chaque plante de cette génération par leur propre pollen, en un mot, autofécondons-les ou bien, ce qui revient au même, laissons-les se féconder librement entre elles, bien entendu à l'abri de toute fécondation éventuelle par les plantes de la même espèce mais étrangères au croisement : il y aura quatre possibilités de rencontre entre les quatre sortes de gamètes :

1° Une gamète mâle ou grain de pollen R peut rencontrer une gamète femelle ou ovule R : leur fusion donnera une plante RR.

2° Une gamète mâle R peut rencontrer une gamète femelle *r* : leur union donnera naissance à un individu R*r*.

3° Un grain de pollen *r* rencontrant un ovule R donnera une graine qui se développera en une plante *r*R.

4° Enfin un grain de pollen *r* peut rencontrer un ovule *r* et former un individu *rr*.

Or, RR = plante à grain rouge, de race stable ou, pour employer le terme en usage en génétique, *homozygote* (1) ; les plantes de formule RR ne donneront ultérieurement que des générations pures, à grain rouge.

R*r* et *r*R = plantes hybrides ou *hétérozygotes* (1) à épis à graines colorées à cause de la dominance de R sur *r* ; extérieurement, toutes les plantes ayant cette formule génétique donneront des semences colorées, tout comme les individus RR, mais, autofécondées, elles formeront une génération suivante composée, à nouveau, de plantes RR, R*r*, *r*R et *rr*.

rr = plantes portant des épis à graines blanches, homozygotes, de race pure, constante.

D'autre part, puisque l'hybride de première génération R*r* aura fourni autant de gamètes mâles et femelles R que de grains de pollen et d'ovules *r*, elles ont toutes le même nombre de chances de se rencontrer et les quatre combinaisons RR, R*r*, *r*R et *rr*, ont, par conséquent, le même nombre de chances de se réaliser.

Nous pouvons donc dire que la F2 ou deuxième génération hybride — du moins si le nombre d'individus est suffisamment élevé (100 à 200 plantes) — sera composée de : 1° 25 % de plantes RR, à grain rouge qui, à travers les générations ultérieures, continueront à donner des plantes à grain rouge (2).

2° 25 % de plantes R*r*, qui à cause de la dominance du caractère « coloration du grain », seront, elles aussi, à grain rouge, mais seront de caractère hybride au même titre que les plantes R*r* de la F1.

---

(1) *Zygote* = œuf fécondé résultant de la fusion de deux gamètes. *Homozygote* = œuf fécondé résultant de la fusion de deux gamètes de même nature ; *Hétérozygote* = œuf fécondé résultant de la fusion de deux gamètes dissemblables.

(2) A condition, bien entendu, que tout danger de croisement naturel provenant de plantes de lignées voisines soit écarté, ce qui est normal chez les plantes autogames, telles que le froment, l'orge, l'avoine, les pois, les haricots.

3° 25 % de plantes *r*R de même nature que les plantes R*r*.

4° 25 % de plantes *rr*, à grain blanc, puisqu'elles ne renferment aucun facteur de coloration; toutes les générations ultérieures (1) de ces plantes seront également à grain blanc.

Le schéma suivant expliquera encore mieux le processus de cette disjonction :

Soit ◆ les gamètes mâles et femelles d'un froment à grain roux d'une race constante.

◇ les gamètes mâles et femelles d'un froment à grain blanc également de race constante.

Cellules sexuelles dont l'union a produit les deux géniteurs. R ◆ × R ◆ — *r* ◇ × *r* ◇

P1 = génération parentale ou géniteurs. ◆ RR × ◇ *rr*

F1 = première génération hybride : R*r* ou *r*R ◆ — Dominance de la coloration du grain

Cellules sexuelles ou gamètes de la F1. R ◆m. R ◆f. *r* ◇m. *r* ◇f. — m. = mâle, f. = femelle

50 % 50 % 50 % 50 %

Combinaisons possibles pour la F2 (2e génération hybride)

25 % R ◆ × R ◆ et vice versa = ◆ ou RR

25 % R ◆ × *r* ◇ et vice versa = ◆ ou R*r*

25 % *r* ◇ × R ◆ et vice versa = ◆ ou *r*R

25 % *r* ◇ × *r* ◇ et vice versa = ◇ ou *rr*

soit, à la F2 : 3 ◆ : 1 ◇ c'est-à-dire 3 plantes à grain rouge sur une à grain blanc; sur l'ensemble des plantes à grain rouge, 1/3 sera homozygote ou constant (RR) et 2/3 seront hybrides (R*r* et *r*R), tandis que la totalité des plantes à grain blanc seront génétiquement pures, constantes.

A la génération suivante, les plantes hybrides à grain rouge (R*r* et *r*R) se disjoindront à nouveau comme l'hybride R*r* de la F1, c'est-à-dire en une plante homozygote à grain rouge, deux plantes hétérozygotes, hybrides à grain rouge et une plante homozygote à grain blanc.

Le tableau suivant, appelé « échiquier des disjonctions » rendra plus claires encore ces notions fondamentales :

(1) Voir note en bas de la page précédente.

(P1) RR × *rr*
grain rouge grain blanc

(F1) R*r*
grain rouge

(F2)

Cell. sex. de la F1	R	*r*
R	*RR* grain rouge	*r*R grain rouge
r	R*r* grain rouge	*rr* grain blanc

Résultat : 3 à grain rouge, 1 à grain blanc, ou, plus justement :
1 à grain rouge, constant, homozygote (souligné).
2 à grain rouge, hybrides, hétérozygotes, instables.
1 à grain blanc, constant, homozygote.

Conclusion : 1° Dans une hybridation effectuée entre deux individus ne différant que par un seul caractère, dans le cas où un des deux caractères est dominant sur l'autre, les monohybrides de première génération ressembleront à celui des deux géniteurs qui montre ce caractère dominant et ils donneront une deuxième génération composée de 75 p. c. d'individus possédant extérieurement ce caractère et de 25 p. c. d'individus possédant le caractère récessif.

2° Sur l'ensemble des individus possédant, à la F2, le caractère *dominant,* un tiers est constant, deux tiers se disjoignent à nouveau à la génération suivante, tout comme l'hybride de première génération.

3° L'ensemble des individus, possédant, à la F2, le caractère *récessif* sont homozygotes, « fixés », comme on dit.

4° *La formule de la disjonction d'un mono-hybride, dans le cas de dominance d'un caractère sur l'autre, est donc de* 3 : 1.

5° Au point de vue de la technique de l'amélioration, un tel croisement entre individus ne différant que par un seul caractère est inutilisable : en effet, il ne donne naissance à aucun individu constant revêtu d'un caractère *nouveau.*

Le cas de ces mono-hybrides à dominance complète que nous venons d'étudier un peu longuement, parce qu'il sert de base à toute la théorie mendélienne, se rencontre assez fréquemment chez les plantes agricoles ; nous en verrons plusieurs cas dans la troisième partie de ce manuel ; à titre documentaire, en voici déjà deux exemples : certains froments barbus croisés avec des froments mutiques, c'est-à-dire sans arêtes, donnent une première génération mutique ; on dira que l'absence de barbes est dominante vis-à-vis de leur présence; la F2 sera composée de 3 plantes à épis non barbus sur une plante à épis barbus. Il en est de même dans un croisement effectué par Nilsson-Ehle entre une avoine ordinaire à panicule et une avoine à grappe; le premier caractère domine le second.

Ce cas de dominance complète d'un caractère n'est pas la règle : très souvent l'hybride de première génération sera, au contraire, d'aspect intermédiaire entre ses deux géniteurs.

Croisons, par exemple, un froment à paille très longue (LL) avec un autre froment à paille très courte (*ll*) ; la première génération (L*l*) aura une paille dont la longueur est à peu près intermédiaire entre celles des deux parents. A la deuxième génération hybride, la formule de disjonction sera 1 LL, 2 L*l*, 1*ll* ; les extrêmes (LL et *ll*) seront homozygotes, constants, semblables aux géniteurs, les hybrides intermédiaires (L*l*) se disjoignant de nouveau, à la troisième génération, en 1 individu à paille très longue, constant, 2 hybrides à paille de longueur intermédiaire et 1 individu à paille très courte, constant lui aussi.

Ici encore, par conséquent, nulle utilisation au point de vue de la pratique de l'amélioration.

II. — Croisements dihybrides ou hybridations entre deux individus génétiquement purs différant par deux caractères.

Les explications détaillées données ci-dessus concernant le cas des croisements mono-hybrides me permettront d'exposer plus brièvement le cas d'un croisement dihybride.

Croisons un froment à épi roux, à grain blanc avec un froment à épi blanc, à grain roux et représentons par C le facteur de coloration de l'épi, par *c* l'absence de ce facteur chez la plante à épi blanc, par R le facteur de coloration de la graine et par *r* l'absence de ce facteur, absence provoquant la non-coloration du grain.

Nous aurons :

(P1) $Cr \times Cr$ — CC*rr* (épi roux, grain blanc) × $cR \times cR$ — *cc*RR (épi blanc, grain rouge)

(F1) C*c*R*r*

épi roux, grain rouge
(la coloration, dans les deux cas, dominant l'absence de couleur)

Les 4 cellules sexuelles de l'hybride sont :

CR C*r* *c*R *cr*

Le tableau, page 46, donne l'échiquier des 16 combinaison possibles à la F2.

Conclusion : 1° Disjonction : Sur 16 combinaisons possibles, nous en dénombrons :

9 à épis roux, grain rouge
3 à épis roux, grain blanc
3 à épis blancs, grain rouge
1 à épis blancs, grain blanc

} 9 : 3 : 3 : 1 *est la formule typique de la disjonction après croisement entre deux individus, se différenciant par 2 caractères* et cela dans le cas de dominance des 2 caractères de l'un vis-à-vis des 2 caractères de l'autre.

2° Totalisons les plantes à épis roux d'une part et celles à épis blancs de l'autre, ainsi que les touffes à grain rouge et à grain blanc, nous trouvons :

12 à grain rouge : 4 à grain blanc.
12 à épis roux : 4 à épis blancs.

ou, dans chaque cas, 3 : 1, soit la formule de disjonction d'un mono-hybride. Chaque caractère se comporte donc ici, lors de la dissociation, comme s'il était seul, indépendant des autres.

3° Formation, sur 16 combinaisons possibles, de 4 combinaisons homozygotes dans les deux caractères (en diagonale, et en caractères soulignés dans l'échiquier), soit un quart, parmi lesquelles 2 *combinaisons nouvelles, stables, fixées*: plantes à épis roux, grain rouge et individus à épis blancs, grain blanc (respectivement CCRR et *ccrr*), alors que les 2 géniteurs étaient, l'un à épis roux, grain blanc (CC*rr*) et l'autre à épis blancs, grain rouge (*cc*RR).

Echiquier de disjonction d'un dihybride.

	Cellules sexuelles de la F1	CR	C*r*	*c*R	*cr*
F_2	CR	CCRR épi roux, grain rouge	CCR*r* épi roux, grain rouge	C*c*RR épi roux, grain rouge	C*c*R*r* épi roux, grain rouge
	C*r*	CCR*r* épi roux, grain rouge	CC*rr* épi roux grain blanc	C*c*R*r* épi roux, grain rouge	C*crr* épi roux grain blanc
	*c*R	C*c*RR épi roux, grain rouge	C*c*R*r* épi roux, grain rouge	*cc*RR épi blanc grain rouge	*cc*R*r* épi blanc grain rouge
	cr	C*c*R*r* épi roux, grain rouge	C*crr* épi roux grain blanc	*cc*R*r* épi blanc grain rouge	*ccrr* épi blanc grain blanc

4° Présence de 4 combinaisons hétérozygotes ou hybrides dans les 2 caractères envisagés (diagonale inverse, soulignés) qui, autofécondés, se disjoindront lors de la F3 comme les dihybrides de première génération, et de 8 combinaisons hétérozygotes dans un seul des 2 caractères; celles-ci, après autofécondation, se comporteront, à la troisième génération, comme des mono-hybrides.

Pour pouvoir créer, par conséquent, des formes nouvelles qui soient constantes, il faut donc hybrider entre eux des individus génétiquement purs se différenciant l'un de l'autre au moins par 2 caractères.

III. — Croisement entre deux individus génétiquement purs se différenciant par trois caractères.

Le même raisonnement appliqué aux trihybrides montre que la disjonction devient de plus en plus compliquée au fur et à mesure que le nombre de caractères différenciant les 2 géniteurs augmente, mais que, néan-

moins, cette dissociation se fera toujours d'après le développement de la même formule.

En outre, le nombre de formes nouvelles homozygotes s'accroît en raison directe de l'augmentation du nombre de caractères différentiels.

Prenons un dernier exemple : croisons deux froments choisis dans deux lignées pures différentes et dont l'un a des épis roux, (C), denses (D) (c'est-à-dire à épillets serrés) et à grain rouge (R), l'autre, au contraire, des épis blancs (*c*), lâches (*d*) (c'est-à-dire à grands intervalles entre les épillets), à grain blanc (*r*).

Cellules sexuelles des géniteurs : CDR × CDR — *cdr* × *cdr*

(P1) CCDDRR (épi roux, dense, grain rouge) × *ccddrr* (épi blanc, lâche, grain blanc)

(F1) C*c*D*d*R*r* (épi roux, dense, grain rouge) — dominance des colorations et, dans certains cas, de la densité de l'épi.

Les 8 cellules sexuelles mâles de l'hybride seront :

CDR, CD*r*, C*d*R, C*dr*, *c*DR, *c*D*r*, *cd*R, *cdr*

Les 8 cellules sexuelles femelles seront les mêmes.

Combinaisons possibles, deux à deux, entre ces diverses cellules sexuelles : 64. En établissant l'échiquier de la disjonction à la F2 (voir tableau p. 48), nous constaterons que :

1° Sur les 64 combinaisons, on en dénombrera :

27 à épis roux, denses, à grain rouge.
9 à épis roux, lâches, à grain rouge.
9 à épis roux, denses, à grain blanc.
9 à épis blancs, denses, à grain rouge.
3 à épis roux, lâches, à grain blanc.
3 à épis blancs, lâches, à grain rouge.
3 à épis blancs, denses, à grain blanc.
1 à épis blancs, lâches, à grain blanc.

27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1 *est la formule typique de la disjonction après croisement entre deux individus se différenciant par* 3 *caractères* et cela dans le cas de dominance des 3 caractères de l'un vis-à-vis des 3 caractères de l'autre.

2° Sur les 64 combinaisons, nous voyons 8 combinaisons homozygotes dans les 3 caractères (soulignés) dont 6 *nouvelles*.

CCDD*rr* = épi roux, dense, grain blanc.
CC*dd*RR = épi roux, lâche, grain rouge.
CC*ddrr* = épi roux, lâche, grain blanc.
*cc*DDRR = épi blanc, dense, grain rouge.
*cc*DD*rr* = épi blanc, dense, grain blanc.
*ccdd*RR = épi blanc, lâche, grain rouge.

Nous trouverons également : 8 combinaisons hétérozygotes pour les trois caractères envisagés (soulignés dans la figure), qui, autofécondés, se disjoindront à la F2 comme le trihybride de la F1, 24 combinaisons hétérozygotes pour 2 de ces caractères, qui, à la deuxième génération hybride, se disjoindront d'après la formule d'un dihybride, c'est-à-dire d'après 9 : 3 : 3 : 1, et, enfin, 24 combinaisons hétérozygotes pour un seul caractère, se disjoignant à la F2, d'après la formule 3 : 1.

Echiquier de la disjonction d'un trihybride.

F_2 — Cellules sexuelles des géniteurs	CDR	CD*r*	C*d*R	C*dr*	*c*DR	*c*D*r*	*cd*R	*cdr*
CDR	CCDDRR épi roux, dense, grain rouge	CCDDR*r* épi roux, dense, grain rouge	CCD*d*RR épi roux, dense, grain rouge	CCD*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	C*c*DDRR épi roux, dense, grain rouge	C*c*DDR*r* épi roux, dense, grain rouge	C*c*D*d*RR épi roux, dense, grain rouge	C*c*D*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge
CD*r*	CCDDR*r* épi roux, dense, grain rouge	CCDD*rr* épi roux, dense, grain blanc	CCD*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	CCD*drr* épi roux, dense, grain blanc	C*c*DDR*r* épi roux, dense, grain rouge	C*c*DD*rr* épi roux, dense, grain blanc	C*c*D*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	C*c*D*drr* épi roux, dense, grain blanc
C*d*R	CCD*d*RR épi roux, dense, grain rouge	CCD*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	CC*dd*RR épi roux, lâche, grain rouge	CC*dd*R*r* épi roux, lâche, grain rouge	C*c*D*d*RR épi roux, dense, grain rouge	C*c*D*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	C*cdd*RR épi roux, lâche, grain rouge	C*cdd*R*r* épi roux, lâche, grain rouge
C*dr*	CCD*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	CCD*drr* épi roux, dense, grain blanc	CC*dd*R*r* épi roux, lâche, grain rouge	CC*ddrr* épi roux, lâche, grain blanc	C*c*D*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	C*c*D*drr* épi roux, dense, grain blanc	C*cdd*R*r* épi roux, lâche, grain rouge	C*cddrr* épi roux, lâche, grain blanc
*c*DR	C*c*DDRR épi roux, dense, grain rouge	C*c*DDR*r* épi roux, dense, grain rouge	C*c*D*d*RR épi roux, dense, grain rouge	C*c*D*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	*cc*DDRR épi blanc, dense, grain rouge	*cc*DDR*r* épi blanc, dense, grain rouge	*cc*D*d*RR épi blanc, dense, grain rouge	*cc*D*d*R*r* épi blanc, dense, grain rouge
*c*D*r*	C*c*DDR*r* épi roux, dense, grain rouge	C*c*DD*rr* épi roux, dense, grain blanc	C*c*D*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	C*c*D*drr* épi roux, dense, grain blanc	*cc*DDR*r* épi blanc, dense, grain rouge	*cc*DD*rr* épi blanc, dense, grain blanc	*cc*D*d*R*r* épi blanc, dense, grain rouge	*cc*D*drr* épi blanc, dense, grain blanc
*cd*R	C*c*D*d*RR épi roux, dense, grain rouge	C*c*D*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	C*cdd*RR épi roux, lâche, grain rouge	C*cdd*R*r* épi roux, lâche, grain rouge	*cc*D*d*RR épi blanc, dense, grain rouge	*cc*D*d*R*r* épi blanc, dense, grain rouge	*ccdd*RR épi blanc lâche grain rouge	*ccdd*R*r* épi blanc lâche grain rouge
cdr	C*c*D*d*R*r* épi roux, dense, grain rouge	C*c*D*drr* épi roux, dense, grain blanc	C*cdd*R*r* épi roux, lâche, grain rouge	C*cddrr* épi roux, lâche, grain blanc	*cc*D*d*R*r* épi blanc, dense, grain rouge	*cc*D*drr* épi blanc, dense, grain blanc	*ccdd*R*r* épi blanc lâche grain rouge	*ccddrr* épi blanc lâche grain blanc

Nous voyons, par les trois exemples ci-dessus, que plus grand est le nombre de caractères différenciant les 2 individus croisés, plus grand aussi sera naturellement le nombre des combinaisons possibles entre les cellules sexuelles et, par conséquent, celui des nouvelles combinaisons homozygotes, d'après le tableau suivant :

Nombre de facteurs différenciant les géniteurs	Nombre d'espèces de gamètes (cellules-sexuelles) formées à la F1	Formule de disjonction à la F2 (en cas de dominance complète)
1	2	3 : 1
2	4	9 : 3 : 3 : 1
3	8	27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1
4	16	81 : 27 : 27 : 27 : 27 : 9 : 9 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 3 : 1
n	2^n	$3^n : 3^{n-1} \ldots : 3^{n-2} \ldots : 3^{n-3} \ldots : 1$

IV. — Complications possibles de l'hérédité mendélienne.

Les disjonctions, après croisement, ne sont pas toujours aussi simples que celles que nous venons d'étudier : souvent il semble même que les lois mendéliennes ne s'appliquent pas à tel ou tel cas envisagé; néanmoins, en allant plus au fond des choses, on constate que cette dérogation n'est qu'apparente.

Je citerai un exemple pris dans mes essais sur *Campanula Medium* (1) : ayant croisé divers individus d'une race constante, à fleur rose, avec des plantes à fleur blanche, au lieu d'obtenir à la F1 des hybrides à fleur rose (la présence d'une coloration est presque toujours dominante vis-à-vis de l'absence de couleur ou du blanc) j'obtins, à chaque croisement, une première génération de fleurs violet très foncé. Par autofécondation, ces F1 me donnèrent des F2 où l'hétérogénéité était poussée à son maximum; j'obtins, en effet, toutes les colorations susceptibles de se produire dans l'espèce *Campanula Medium* : du violet foncé, du violet pâle, du lilas, du rose, du blanc. Chose plus étonnante encore, alors que les rapports numériques entre les diverses couleurs s'expliquaient d'après des données acquises déjà auparavant par les génétistes Bateson et Correns, quand on envisageait les 4 premières colorations, au contraire la très grande prépondérance en nombre de plantes à fleurs blanches, était une anomalie qu'il s'agissait d'élucider.

La supposition que les diverses colorations chez la Campanule étaient dues à l'interaction de 4 facteurs génétiques donna la solution du problème. Ces quatre facteurs sont : un facteur de « coloration » (A), qui, en présence d'un deuxième facteur, le « révélateur » (R), donne des fleurs colorées; tout individu possédant un de ces facteurs à l'état récessif (soit a, soit r), est blanc. C'est ce fait qui explique la prépondérance, à la F2, de plantes

(1) V. Lathouwers. — Recherches expérimentales sur l'hérédité chez *Campanula Medium* L. (Mémoires couronnés de l'Acad. R. des Sciences, n° 1283, 1922, Bruxelles, Lamertin).

à fleurs blanches. Un troisième facteur (B) indiquant une certaine alcalinité du suc cellulaire des pétales, régit la formation des colorations violet et rose, que la présence d'un quatrième facteur « vireur » (V) fait passer au violet foncé ou au lilas.

Les formules génétiques des diverses colorations de *Campanula Medium* sont les suivantes : violet foncé ARBV, violet ARB*v*, lilas AR*b*V, rose AR*bv*; quant au blanc, il apparaîtra par la réalisation des douze combinaisons suivantes :

*a*RBV	A*r*BV	*ar*BV
*a*RB*v*	A*r*B*v*	*ar*B*v*
*a*R*b*V	A*r*bV	*arb*V
*a*R*bv*	A*rbv*	*arbv*
(manque d'anthocyanine ou colorant cellulaire)	(présence d'anthocyanine, mais absence de coloration par suite de l'absence du révélateur)	(pas d'anthocyanine, pas de révélateur)

L'échiquier des 256 combinaisons possibles entre les 16 cellules sexuelles donne la disjonction suivante à la F2 : 112 blancs, 81 violet foncé, 27 violet, 27 lilas, 9 rose, disjonction à laquelle répondit exactement le dénombrement des plantes des diverses F2 étudiées.

Nous voyons ici la possibilité de la présence de 12 sortes de races pures à fleurs blanches qui, croisées avec des plantes à fleurs colorées, peuvent donner des F1 différentes :

*a*RBV A*r*BV *ar*BV	×	AR*bv*	=	A*a*RRB*b*V*v* AAR*r*B*b*V*v* A*a*R*r*B*b*V*v*
blanc	×	rose	=	violet foncé
*a*RB*v* A*r*B*v* *ar*B*v*	×	AR*bv*	=	A*a*RRB*bvv* AAR*r*B*bvv* A*a*R*r*B*bvv*
blanc	×	rose	=	violet
*a*R*b*V A*r*bV *arb*V	×	AR*bv*	=	A*a*RR*bb*V*v* AAR*rbb*V*v* A*a*R*rbb*V*v*
blanc	×	rose	=	lilas
*a*R*bv* A*rbv* *arbv*	×	AR*bv*	=	A*a*RR*bbvv* AAR*rbbvv* A*a*R*rbbvv*
blanc	×	rose	=	rose

On voit, par cet exemple, à quelles disjonctions complexes peut donner lieu, dans certains cas, le simple croisement de deux plantes à coloration florale différente, alors que dans d'autres cas, où la coloration n'est due qu'à l'action d'un seul facteur, la disjonction mendélienne, à la F2, suit simplement la formule d'un mono-hybride.

D'autres cas, très importants au point de vue de l'amélioration agricole, semblaient mettre en mauvaise posture les formules mendéliennes : à Nilsson-Ehle surtout revient le mérite d'avoir ramené ces cas aux formules normales des ségrégations.

Beaucoup de ces cas, semblant anormaux, sont dûs au fait que, pour

déterminer l'apparition d'un seul caractère, caractère souvent physiologique, il faut la présence *de plusieurs facteurs agissant dans le même sens* et dont les actions s'additionnant auront une influence d'autant plus grande sur le caractère envisagé que, par l'effet du jeu de la disjonction, ces facteurs viennent s'accumuler en plus grand nombre chez le même individu.

Ces facteurs peuvent être de nature différente quoique agissant dans le même sens.

Baur (1) cite le cas suivant : Certaines races de froment sont plus résistantes au froid que d'autres; elles peuvent devoir cette qualité à une richesse plus grande en sucre dans le suc cellulaire, rendant celui-ci plus colloïdal, moins susceptible vis-à-vis des influences de la gelée (2). D'autres races de froment, tout aussi résistantes que les premières, peuvent devoir cette résistance à une épaisseur plus grande de la cuticule de leur épiderme.

Croisons des individus choisis dans chacune des deux races, et soit S = haute teneur en sucre et C = cuticule épaisse.

P1	SS*cc*	×	*ss*CC
	Haut % sucre cuticule norm.		% normal sucre cuticule épaisse
F1	S*s*C*c*		

F2 : Nous y rencontrons, entre autres, la combinaison SSCC où les 2 facteurs de résistance à l'hiver, agissant dans le même sens, se rencontrent à l'état homozygote dans la même plante; aussi la descendance d'un tel individu sera-t-elle beaucoup plus résistante aux gelées que les géniteurs eux-mêmes.

Mais, plus souvent encore, ces facteurs multiples sont de nature identique; la différenciation du degré d'intensité du caractère envisagé est dû alors à l'accumulation plus ou moins grande de ces facteurs dans une même plante.

Nous en verrons de multiples exemples quand on étudiera, dans la troisième partie, l'amélioration spéciale. Néanmoins, afin de montrer comment des faits qui semblent tout-à-fait anormaux peuvent cependant, si on les examine plus à fond, être ramenés à des disjonctions mendéliennes normales, qu'on me permette de citer un croisement exécuté par Nilsson-Ehle, entre deux races pures de froment, l'une à grain rouge, l'autre à grain blanc.

La F1 de ce croisement était d'un rouge un peu moins foncé que le géniteur à graines colorées; sept plantes de la F1 autofécondées donnèrent sept deuxièmes générations, dans six desquelles on ne dénombra que des plantes à grains rouges et pas un seul grain blanc, quoique l'ensemble de ces 6 F2 comptait 384 plantes ! La septième seule, sur 56 individus, fournit 55 plantes à grain rouge et une seule à grain blanc.

Cette dissociation anormale semblait devoir être interprétée plutôt comme une absence de disjonction, comme un accroc aux règles mendéliennes.

Nilsson-Ehle, examinant plus à fond les résultats de son croisement et

(1) Baur, E. — Grundlagen der Pflanzenzuchtung. Berlin, Borntraeger, 1921.

(2) Ce fait de la corrélation entre la résistance au froid et la richesse du suc cellulaire en sucre a été démontré à Svalof, entre autres par A. Akerman.

constatant que, si l'énorme majorité des graines montraient une coloration rouge, on pouvait néanmoins déceler dans celles-ci toute une gamme d'intensités allant du rouge foncé à un rouge très dilué, il arriva à la conclusion que cette coloration du grain était due, chez cette race de froment, à la présence de trois facteurs (RST) de même nature, agissant dans le même sens et dont un seul était suffisant pour provoquer l'apparition du rouge dans le spermoderme de la graine; mais il était évident qu'une graine ne renfermant qu'un de ces trois facteurs (RR*sstt* ou R*rsstt*, R étant dominant) était d'un rouge beaucoup plus pâle qu'une autre réunissant les 3 facteurs (RRSSTT ou R*r*S*s*T*t*) et qu'une graine ne renfermant aucun des trois facteurs (*rrsstt*) — *et celle-là seule* — était blanche.

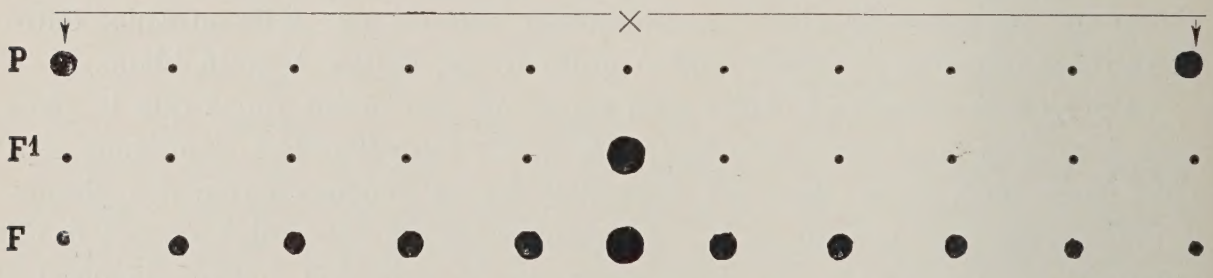
En un mot, sur les 64 combinaisons possibles dans la F2 de ce trihybride, une seule donnait un grain blanc. Il était donc à prévoir que ce cas ne se réaliserait que dans un ensemble de quelques centaines de plantes; or, 4 sur les 6 premières générations hybrides comptaient, à la F2, moins de 60 plantes, 1 en comptait 78 et les 2 dernières, respectivement 86 et 110 individus.

La preuve que le raisonnement du génétiste suédois était juste fut donnée par les diverses F3 qui se comportèrent absolument comme le faisaient prévoir les règles normales des disjonctions.

Il se fait que la grande majorité des caractères biologiques : précocité, résistance au froid, résistance aux maladies, résistance à la sécheresse, etc., sont dus à l'*interaction de plusieurs facteurs agissant dans le même sens,* ce qui rend possible, à la F2, les combinaisons les plus diverses et des résultats souvent inattendus.

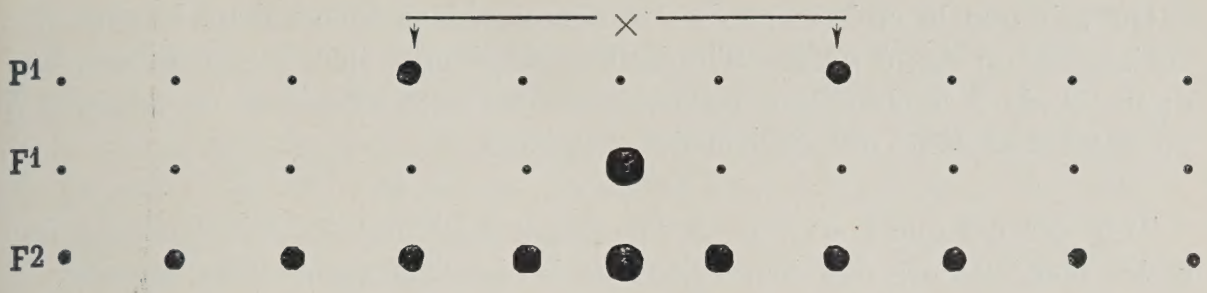
Nilsson-Ehle (1) ramène à trois possibilités l'ensemble des cas qui peuvent se présenter :

1° Croisement entre deux géniteurs très différents au point de vue du caractère physiologique envisagé : formation d'une F2 composée surtout de plantes possédant le caractère envisagé à des degrés intermédiaires aux géniteurs. (Disjonction *intermédiaire*).



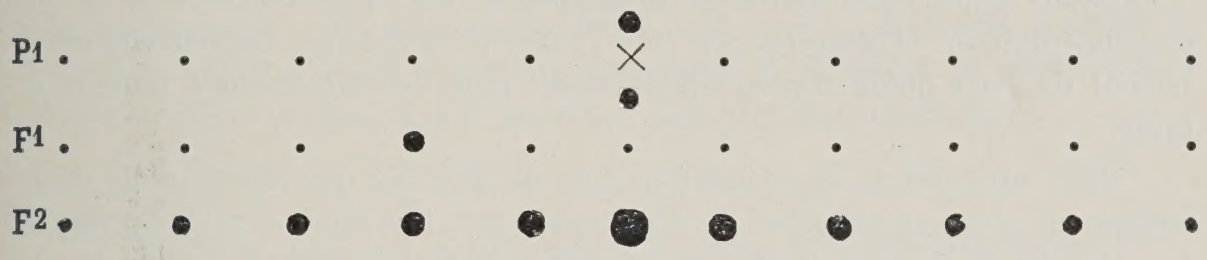
2° Croisement entre deux géniteurs différant entre eux à un degré beaucoup moindre quant au caractère en question; formation d'une F2 constituée elle aussi par des formes intermédiaires mais dans laquelle apparaissent certains individus possédant ce caractère à des degrés plus élevés ou moins élevés que les parents. (Disjonction *transgressive*).

(1) Nilsson-Ehle. — Sur les travaux de sélection du Froment et de l'Avoine exécutés à Svalof 1900-1912. (Bull. Rens. agric. et Malad. d. Pl., IV, n° 6). Rome, 1913.



3° Croisement entre deux géniteurs *identiques* au point de vue du degré du caractère envisagé, mais devant ce caractère à l'action de facteurs différents.

La disjonction, à la F2, réunissant chez certaines plantes les facteurs séparés chez les géniteurs, fera apparaître des races douées du caractère en question à des degrés plus élevés ou moins élevés que chez les géniteurs (Disjonction *transgressive*).



Ce dernier cas est très intéressant au point de vue de la pratique de l'amélioration. Prenons un exemple : croisons deux races qui nous semblent identiques au point de vue d'un certain caractère, par exemple qui sont toutes deux d'une bonne résistance moyenne au froid; supposons que cette résistance soit due à l'action de 4 facteurs agissant dans le même sens; et soit ABCD ces 4 facteurs.

P1 = AB*cd* × *ab*CD
F1 sera A*a*B*b*C*c*D*d*

Parmi les 256 combinaisons possibles à la F2, nous trouverons 16 combinaisons homozygotes, fixées, constantes, dont 14 nouvelles; ce seront :

AABBCCDD — une combinaison nouvelle réunissant les 4 facteurs dominants.

AABBCC*dd*
AABB*cc*DD
AA*bb*CCDD
*aa*BBCCDD
— 4 combinaisons nouvelles réunissant 3 facteurs dominants.

AABB*ccdd* — = (1 des géniteurs).
AA*bb*CC*dd*
AA*bbcc*DD
*aa*BBCC*dd*
*aa*BB*cc*DD
*aabb*CCDD
— 6 combinaisons, dont 4 nouvelles, réunissant 2 facteurs dominants.
— = (l'autre géniteur).

AA*bbccdd*
*aa*BB*ccdd*
*aabb*CC*dd*
*aabbcc*DD
— 4 combinaisons nouvelles réunissant 1 facteur dominant.

aabbccdd — 1 combinaison nouvelle réunissant les 4 facteurs récessifs.

On voit que le croisement de 2 races possédant toutes deux le caractère envisagé à un degré *moyen* d'intensité peut donner lieu à l'apparition, lors de la F2, de 5 combinaisons nouvelles homozygotes, possédant ce caractère à un degré *plus élevé* que chacun des 2 parents.

Tous ces cas que nous venons d'envisager laissent intacte la base des formules mendéliennes des disjonctions de la deuxième génération hybride.

Certaines anomalies plus profondes, étudiées par Bateson et Punnett, en croisant des races pures de *Lathyrus odoratus,* le « Pois de senteur », et surtout par Morgan (fondateur du « néo-mendélisme ») et son école sur la petite mouche *Drosophila* ont nécessité l'établissement de formules nouvelles s'éloignant des anciens schémas mendéliens.

Voici, d'une manière générale, en quoi consistent ces anomalies :

Croisant deux races pures se différenciant par 2 facteurs A et B, les expérimentateurs constatèrent, à la F2, des nombres qui s'écartaient entièrement de ceux qu'on trouve normalement dans les disjonctions d'un dihybride.

Voici un exemple du dénombrement de huit F2, provenant d'un même croisement entre races pures de *Lathyrus* : sur un total de 677 plantes, les 4 catégories envisagées étaient représentées respectivement par 495, 22, 23, 137 individus, au lieu de 380, 127, 127 et 43 (d'après la formule 9 : 3 : 3 : 1).

Cependant, en additionnant les groupements deux à deux on obtenait 517, (495 + 22) et 160 (23 + 137) soit, très approximativement, 3 : 1; de même, 495 + 23 et 137 + 22.

Bateson et Punnett, pour expliquer cette disjonction anormale supposent qu'il se fait entre les facteurs A et B, *a* et *b* des 2 géniteurs AABB × *aabb* une espèce de « liaison » (1) de façon à ce que l'hybride A*a*B*b*, au lieu de former les 4 gamètes AB, A*b*, *a*B, *ab*, en nombre égal comme le demande la formule mendélienne normale, forme beaucoup plus de cellules sexuelles AB et *ab* que de gamètes A*b* et *a*B; dans l'exemple ci-dessus la proportion est la suivante : 12 : 1 : 1 : 12.

D'autres cas ont montré la possibilité de liaisons de facteurs provoquant la formation de cellules sexuelles dans la proportion 2 : 1 : 1 : 2, 3 : 1 : 1 : 3, etc., donc toujours d'après la formule générale n : 1 : 1 : n, au lieu de la formule mendélienne 1 : 1 : 1 : 1.

Cette dernière donnant, à la F2, la disjonction normale 9 : 3 : 3 : 1, les nouvelles proportions de gamètes détermineront respectivement les disjonctions suivantes : 22 : 5 : 5 : 4, 41 : 7 : 7 : 9, 66 : 9 : 9 : 16, etc. ou, en général, si n = le nombre de cellules sexuelles AB et *ab* fourni par l'hybride à la F1 :

$$3n^2 + 4n + 2 ; 2n + 1 ; 2n + 1 ; n^2$$

On a constaté que si l'hybride A*a*B*b*, au lieu de provenir de la rencontre des deux géniteurs AABB et *aabb*, était du à un croisement AA*bb* × *aa*BB, il y avait « liaison » entre les facteurs A et *b*, *a* et B; dans ce cas, l'hybride

(1) « Linkage » des Anglais, « Faktorenkoppelung » des Allemands.

F1, A*a*B*b*, dérivant de ce croisement, forme des gamètes A*b* et *a*B en plus grand nombre que AB et *ab*, d'après la proportion générale 1 AB : n A*b*: n *a*B: 1 *ab*. Pour les proportions de cellules sexuelles 1 : 2 : 2 : 1, 1 : 3 : 3 ; 1, ... 1 : n : n : 1, on aura, respectivement, les nombres suivants d'individus à la F2 : 19 : 8 : 8 : 1, 33 : 15 : 15 : 1, ... $2n^2 + 4n + 3$; $n^2 + 2n$; $n^2 + 2n$; 1 donc, un seul individu sur 36, 64, 100, 144..... 484, (dans le cas où le nombre de cellules sexuelles est dans le rapport 1 : 10 : 10 : 1) possédera les deux caractères récessifs.

Ces liaisons de facteurs, qui se rencontrent surtout dans la génétique animale et qui, dans la série botanique, outre chez *Lathyrus,* ont été étudiées spécialement chez *Zea Maïs,* s'expliquent actuellement par la théorie cytologique du « crossing-over » établie par le célèbre généticiste américain Morgan et son école, d'après ses recherches sur *Drosophila* : on connaît chez ce petit diptère près de cent caractères différentiels, se « liant » entre eux de façon à ne constituer que 4 groupes qui se disjoignent toujours indépendamment l'un de l'autre; chose curieuse ce *Drosophila* possède donc autant de groupes indépendants de facteurs que de chromosomes dans son noyau cellulaire.

§ 3. — Marche d'une amélioration par hybridation.

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que la méthode d'amélioration individuelle n'était autre que la séparation, à l'intérieur d'une espèce linnéenne ou même d'une espèce élémentaire de Jordan, de lignées pures de choix, lignées qui, prises isolément, constituent, vis-à-vis de la population dont elles sont issues, une amélioration sensible au point de vue rendement, résistance au froid, et autres caractères biologiques.

Nous avons vu aussi, au commencement du présent chapitre, que le nombre de lignées pures, à caractère nettement différent, n'est pas illimité à l'intérieur d'une population; et que ces limites deviennent encore plus restreintes si nous n'envisageons que le point de vue spécial qui nous occupe ici, c'est-à-dire l'utilisation pratique de lignées « améliorées ».

Conclusion : Après avoir, pendant un certain laps de temps, pris en amélioration une espèce cultivée, après y avoir isolé, par choix raisonné, un certain nombre de lignées d'élite, on se trouve arrêté dans le travail sélectif, alors que les résultats obtenus, tout en étant encourageants, ne répondent cependant pas encore aux légitimes aspirations du sélectionneur.

C'est le moment d'avoir recours à la méthode dont nous venons, dans les pages précédentes, d'étudier les bases.

La marche générale à suivre sera celle-ci : Les lignées pures que nous avons réussi à isoler par la méthode généalogique associent généralement à des qualités appréciables, des défauts qui en diminuent, à des degrés divers, la valeur. Choisissons judicieusement, en fixant toujours le but bien déterminé que nous nous sommes proposé d'atteindre, deux lignées dont les qualités et les défauts se compensent mutuellement, prenons dans chacune d'elles

quelques bons géniteurs, croisons-les entre eux et, parmi la multiplicité des formes déclanchées à la deuxième génération hybride par la disjonction mendélienne, nous trouverons certainement — et cela à l'état homozygote — les nouveaux types recherchés.

Avant de décrire la marche d'une amélioration par hybridation, qu'on me permette de faire immédiatement trois observations qui me sont suggérées par l'absence souvent quasi complète d'idées saines sur la matière, chez certains expérimentateurs.

1° Que celui qui a effectué un croisement entre lignées pures, entre races pures, ne soit pas arrêté par l'uniformité de la première génération hybride, que celle-ci constitue ou non un type pratiquement utilisable ! L'exposé que je viens de faire lui aura appris que cette uniformité est la règle et que, pour atteindre son but, il doit procéder au semis des graines obtenues par l'autofécondation de sa première génération hybride, afin de choisir, parmi les formes si diverses qui apparaîtront à la seconde génération, celles qui répondent tout spécialement au but pratique qu'il s'est imposé.

Bien au contraire même : une première génération hybride hétérogène, c'est-à-dire composée d'individus essentiellement différents quant à des caractères importants, serait la preuve que les deux géniteurs ou l'un des deux ne sont pas génétiquement purs, ne constituent pas une race fixée, une lignée stable. Par un tel croisement on n'obtiendrait que difficilement des résultats pratiquement utilisables.

2° Examinant la composition d'une F2 ou deuxième génération hybride, nous y trouverons quelques formes homozygotes, c'est-à-dire des formes constituant des lignées nouvelles, fixées d'emblée et qui, par conséquent, resteront immuables au cours des générations ultérieures; ce sont ces formes-là, *uniquement,* qui devront attirer l'attention du sélectionneur et non pas, comme on l'entend dire de temps à autre, les multiples formes hétérozygotes, instables, qui, dans leurs disjonctions ultérieures, redonnent soit de nouvelles formes non fixées, soit les mêmes homozygotes que ceux qui sont apparus d'emblée à la F2.

Ce ne serait que dans le cas où aucune forme nouvelle homozygote ne serait apparue à la seconde génération, à cause de la présence d'un nombre insuffisant d'individus, qu'il faudrait, au moyen d'un certain nombre de plantes, choisies au hasard, constituer une troisième génération qui, sans doute, nous fournirait les nouveautés stables recherchées.

3° Quand on s'occupe d'amélioration par hybridation, on entend encore assez souvent dire autour de soi, on lit encore par-ci par-là, surtout dans des articles de journaux plus ou moins techniques, tantôt qu'il ne faut s'appuyer que sur les caractères récessifs, tantôt, au contraire, que les récessifs ne peuvent donner quelque chose de stable, de fixé et que c'est au contraire parmi les individus affublés du caractère dominant qu'il faut choisir les nouveaux points de départ homozygotes de sélection.

La lecture des pages qui précèdent démontrent suffisamment que ni l'une ni l'autre exclusion n'est méritée.

Certes, si on cherche à réaliser une combinaison de caractères récessifs,

si, par exemple, on désire créer une nouvelle race de froment à paille plutôt courte, à épi blanc et à grain blanc, en croisant deux races dont l'une, à épi roux et à grain blanc, possède une paille longue et dont l'autre joint à la brièveté du chaume les caractères : épi blanc et grain roux, vu que, chez l'épi et la graine, l'absence de coloration (le blanc) et, chez le chaume, la brièveté sont des caractères récessifs vis-à-vis des épis et des grains colorés et de la paille longue, ce sera parmi les récessifs de la F2 qu'il faudra déceler la combinaison stable recherchée.

Mais on comprend aisément que ce n'est pas toujours le cas et que, très souvent, c'est, au contraire, le caractère dominant qu'on recherche; la nouvelle race sera alors un peu plus difficile à isoler par le fait même de la multiplicité des formes renfermant le caractère dominant, parmi lesquelles on ne trouvera que quelques rares homozygotes. Prenons par exemple la F2 d'un croisement dihybride se composant de 160 plantes; parmi elles, théoriquement, 90 renferment les deux caractères dominants, 60 respectivement par moitié, l'un ou l'autre de ces caractères et dans 10 seulement nous rencontrerons les 2 caractères récessifs; d'autre part, théoriquement toujours, sur les 90 doubles dominants, on ne trouvera que 10 homozygotes (soit un neuvième) tandis que pour les catégories à dominance d'un seul facteur nous trouvons un tiers d'homozygotes, et que la totalité des 10 récessifs constitue d'emblée une race fixée.

Ces observations préliminaires faites, voyons maintenant quelles seront les lignes directrices d'une amélioration par croisement. Dans cet exposé, nous envisagerons d'abord, et surtout, le cas des plantes à autofécondation, en nous bornant d'ailleurs aux généralités sur les méthodes, les détails techniques des opérations étant traités, ultérieurement, dans un chapitre spécial.

1. Choix des géniteurs.

Ce choix devra être, autant que possible, un choix raisonné. Tout d'abord les races qui devront fournir les individus à croiser devront être génétiquement *pures,* c'est-à-dire fixées, stables, afin d'obtenir une première génération hybride homogène fournissant une F2 où le jeu normal des disjonctions pourra se déclancher.

D'autre part, pour que dans la création des nouvelles races on ne soit pas exposé à de longs tâtonnements, à des déceptions décourageantes, il faut connaître à fond les diverses qualités physiologiques des géniteurs, afin qu'on puisse opérer le croisement à coup sûr dans la direction envisagée.

Ces deux conditions ne peuvent être parfaitement réalisées que dans le cas où l'on a déjà à sa disposition un certain nombre de *lignées pures* bien étudiées pendant quelques années au point de vue de leurs qualités et de leurs défauts respectifs. Normalement, la sélection par séparation de lignées doit donc précéder l'amélioration par hybridation. Et cela est surtout vrai quand on débute dans un pays où les régions agricoles sont très différenciées au point de vue du sol et du climat, où de nombreuses sortes locales, populations excessivement hétérogènes, font une concurrence, très heureuse le plus

souvent, à des variétés introduites, à plus haut rendement certes, dans leur pays d'origine, mais très mal adaptées souvent à leurs nouvelles stations.

Il ne faut donc pas faire de croisements à tort et à travers : le travail sélectif après hybridation est déjà suffisamment compliqué pour éviter de le compliquer encore davantage par un choix irraisonné de géniteurs.

Il faut avoir constamment devant les yeux les diverses possibilités que nous offrent les disjonctions mendéliennes : il importe de savoir, entre autre, que, dans la grande généralité des cas, les caractères physiologiques d'ordre pratique sont dus à l'interaction de plusieurs facteurs qui, séparés dans deux races avant le croisement, peuvent, par l'hybridation, combiner leur action et que, d'autre part, la loi de la dominance fait en sorte que, chez les géniteurs, certains caractères récessifs qui ne s'y extériorisent pas, cachés qu'ils sont par des facteurs dominants, apparaissent, à la suite de la disjonction, dans les générations hybrides ultérieures.

C'est ainsi que, chez *Triticum,* des croisements entre froments roux peuvent donner naissance à des nouvelles races à épi ou à grain blanc, que des géniteurs barbus peuvent fournir des lignées mutiques, que du croisement de deux froments ordinaires il peut sortir de l'épeautre et qu'enfin deux lignées pures également résistantes au froid et aux maladies, d'égal rendement moyen, peuvent par croisement mutuel, donner naissance à de nouvelles lignées notablement améliorées à ce double point de vue.

2. Hybridation.

Inutile de dire, c'est le principe de toute sélection, qu'à moins de recherches spéciales, les géniteurs choisis doivent être des plantes normales, de premier choix, bien saines, d'aspect bien typique, des « élites » en un mot.

Aussitôt le choix effectué, on procède à l'hybridation. Dans la grande généralité des cas, surtout quand il s'agit, comme dans tout ce chapitre de croisements entre variétés, sortes, races ou lignées, il est absolument indifférent dans quel sens se fait le croisement, c'est-à-dire qu'il importe peu qu'on choisisse tel ou tel des deux géniteurs pour être castré et servir de plante maternelle ou pour fournir le pollen (1).

3. Semis, récolte et analyse de la F1.

Le croisement effectué et réussi, on récolte séparément, à mâturité, les épis de chaque plante maternelle. En attendant le semis de la F1, on peut ensacher l'ensemble des graines mélangées provenant d'un nombre quelconque de plantes choisies à l'intérieur d'une même lignée pure fécondées par le pollen prélevé sur des individus d'une autre lignée pure.

Au contraire, chaque fois qu'un ou deux des géniteurs appartiennent non pas à une lignée pure mais à une population — s'agit-il même de plantes autogames — on ne peut mélanger, dans un même sachet, que les graines hybrides des épis d'une même plante et encore, à condition qu'elles proviennent de la fécondation par le pollen de la même plante paternelle.

(1) Pour ce qui concerne la technique des croisements, voir la deuxième partie, chap. V, § 2, I et II.

Tous les autres ensembles de graines hybrides doivent être rigoureusement tenus séparés : par exemple si les fleurs de chaque épi d'une même plante de froment, que cette plante se trouve dans une lignée pure ou dans une population, avaient été fécondées par du pollen prélevé chaque fois sur des individus appartenant soit à des lignées différentes, soit à des individus différents d'une même population, il faudrait faire autant de sachets qu'il y a eu d'épis différents fécondés, chaque sachet renfermant le résultat d'un croisement différent.

Chaque série de graines, ou ce qui revient donc au même, chaque sachet, est soigneusement étiqueté d'un numéro qui est répété dans un registre *ad hoc* accompagné de l'indication de l'hybridation qui a donné naissance à ces graines et complété éventuellement par tous autres détails, par exemple, les caractères morphologiques et physiologiques principaux de chacun des deux géniteurs (1).

4. Semis et récolte de la F2. (2)

C'est donc cette deuxième génération hybride qui va nous fournir les nouvelles combinaisons cherchées; généralement, au premier coup d'œil, elle montre, par son hétérogénéité, que le croisement effectué a réussi. Cependant, comme nous l'avons vu précédemment, il peut y avoir des cas où l'observation rapide semblerait faire croire à l'homogénéité de telle ou telle parcelle de la F2 et, par suite, à la non réussite de l'hybridation : par exemple, lors d'un croisement où entreraient une sorte de froment à épi roux et une autre à épi blanc, si la coloration de l'épi est due à l'action totalisante de plusieurs facteurs, dont un seul suffit à provoquer une certaine coloration diluée; dans ce cas la F2 sera composée de types d'épi de couleur plus ou moins foncée et de quelques très rares individus blancs, décelables seulement par une observation très minutieuse parmi un très grand nombre d'individus.

En outre, certains caractères tels que les différences souvent minimes de compacité d'épi, demandent un examen approfondi, examen qui, comme pour les autres caractères d'ordre morphologique et même pour certains caractères physiologiques (résistance aux maladies) se fera sur matériel récolté. En ce qui concerne, au contraire, d'autres caractères, comme la précocité ou la tardivité, il faudra les annoter au cours de la végétation; d'autres, même, comme la résistance à la verse, au froid, ne peuvent être établis qu'au cours des générations ultérieures, dans des cultures comparatives s'étendant sur plusieurs années.

Une remarque s'impose ici : il est évident que, quand il s'agit d'établir la valeur de telle ou telle nouvelle lignée au point de vue de sa rusticité, les essais comparatifs qui doivent établir cette valeur devront se faire en une région à hiver rigoureux, à climat rude. Dès la seconde génération, si possible, et en tout cas dès la troisième, on y enverra une notable partie des

(1) Pour la technique, voir deuxième partie, chap. V, § 2, III.

(2) Idem, voir deuxième partie, chap. V, § 2, IV.

graines, à une petite station d'essais bien choisie et confiée à un expérimentateur consciencieux.

5. Marche de l'amélioration à partir de la F3.

Quelle devra être la marche de l'amélioration à partir de la récolte de la F2 ? Deux méthodes sont ici en présence : l'une entièrement scientifique mais exigeant beaucoup de travail et de terrain, l'autre, n'ayant peut-être pas la précision scientifique de la première, mais alliant à la facilité d'exécution une somme suffisante d'exactitude, ce qui doit la faire préférer à la première, dans le cas où le grand nombre d'hybridations effectuées rendrait celle-ci absolument impraticable.

Première méthode. — On élimine si possible de la récolte de la deuxième génération tous les individus qui sont identiques comme aspect extérieur à l'un des deux géniteurs ; néanmoins, dans certains cas, il ne faut pas être trop exclusif : certaines plantes pouvant ressembler aux parents par des caractères morphologiques externes mais en différer considérablement au point de vue des qualités physiologiques.

Le reste est donc composé de formes nouvelles hétérozygotes et homozygotes : ces dernières seules nous intéressent, encore faudra-t-il les isoler ; or, dans la majorité des cas, le seul criterium pour déceler les individus génétiquement purs, qui donneront des générations successives indéfiniment stables nous sera seulement fourni par la troisième génération. Je dis : dans la grande majorité des cas ; en effet, supposons que nous disposons de deux sortes pures de froment dont l'une est à épis lâches, à grain blanc et dont l'autre possède des épis compacts à grains roux ; supposons encore que, pour un motif ou autre — par exemple la présence d'une terre plutôt lourde, où il semble que les variétés à épis compacts se comporteront mieux et d'autre part une demande plus grande, de la part des cultivateurs ou de la meunerie, d'un grain blanc — on veuille créer une nouvelle sorte à épis compacts à grain blanc, nous pourrons obtenir cette nouvelle forme par le croisement des deux variétés que nous possédons.

Les hybrides de première génération seront à épis lâches et à grain roux, (1) la lâcheté de l'épi et la présence d'une coloration des graines dominant respectivement l'épi dense et l'absence de coloration. En supposant que la présence de la coloration rouge et la compacité de l'épi soient dues, dans le cas présent, à un seul facteur génétique, en appliquant les rapports de disjonction d'un dihybride et en établissant l'échiquier des combinaisons factorielles, nous constaterons que, sur 16 individus, un seul possédera simultanément les deux caractères récessifs et cela certainement à l'état homozygote : et ce sera justement la forme cherchée à épi dense et à grain blanc.

(1) Dans le cas — qui se réalise d'ailleurs le plus fréquemment — que le géniteur à épis compact est une forme « Squarehead », à épi carré, et non pas une variété « Hérisson », très dense, (*Triticum compactum*) ; dans ce dernier cas, la grande compacité dominerait.

Donc la marche à suivre dans ce cas sera facile : il suffira d'isoler dans la récolte de la F2 les individus à épis très dense et à grain blanc et d'avance nous sommes pour ainsi dire certains d'avoir mis la main sur les formes cherchées. Abstraction a été faite, dans cet exemple, des autres caractères biologiques.

On peut à ce sujet établir la règle suivante : Dans le cas d'un croisement entre deux individus différant au moins par deux caractères ou encore quand l'unique caractère différentiel dépend de plusieurs facteurs et que la sorte nouvelle recherchée correspond à l'ensemble des facteurs récessifs, la nouveauté en question apparaît d'emblée à la F2 et tous les individus qui possèdent ces caractères peuvent être choisis comme points de départ de lignées définitivement stabilisées.

Dans tous les autres cas, il faudra recourir à la F3. Voici alors la méthode à suivre :

Chacune des plantes non éliminées de la F2 et correspondant à un type qui « pourrait » réunir les caractères nouveaux qu'on cherche à fixer devient une nouvelle plante-mère ; on l'égrène, on trie la semence, on sème sur petites parcelles d'après les méthodes décrites plus loin et, après épiaison ou mieux à l'approche de la maturité (pour pouvoir distinguer la couleur des épis) on observe, dans cette troisième génération, quelles sont les parcelles qui montrent ou qui semblent montrer un ensemble homogène (homozygotes !) : celles-ci retiendront seules l'attention, toutes celles qui sont de composition hétérogène (hétérozygotes !) étant éliminées de l'amélioration.

Parmi les premières, seules celles qui semblent réaliser le nouveau perfectionnement envisagé ou présenter un autre caractère intéressant seront retenues ; les plantes égrenées, parcelle par parcelle, en évitant très soigneusement tout mélange entre descendances diverses, constituent autant de plantes-mères nouvelles, points de départs nouveaux d'autant d'améliorations individuelles.

Le choix à effectuer dans la F2 n'est pas toujours très facile : ce sera par exemple le cas, si l'on envisage une augmentation de rendement par hybridation de deux types morphologiquement déjà très semblables; le nombre de parcelles séparées dans la F2 sera alors beaucoup plus élevé, l'élimination à la F2 étant nécessairement plus limitée.

Résumons les points principaux de la méthode : au moyen des graines des individus intéressants de la F2, on établit une série de parcelles dont l'ensemble constitue la troisième génération hybride ; dans cette génération, on élimine toutes les parcelles hétérogènes ainsi que les parcelles homogènes qui ne répondraient pas aux desiderata; avec les parcelles non éliminées, on continue la sélection d'après la méthode par pédigrés, les individus choisis de la F2 étant considérés comme ayant été des plantes-mères, points de départ de nouvelles améliorations.

Deuxième méthode. — La méthode dont nous venons d'exposer les directives est sûre, elle est scientifique. Elle est tout désignée dans les cas où, vu le petit nombre d'hybridations effectuées, la création à la F3, d'autant

de petites parcelles qu'il y a d'individus choisis dans les diverses F2, n'exige pas une main-d'œuvre trop onéreuse ou des étendues de terrain trop grandes.

Mais quand on aura effectué — comme cela se fait couramment dans les grandes exploitations d'amélioration — un très grand nombre d'hybridations, nombre dépassant souvent la centaine, cette première méthode devient pratiquement irréalisable. Dans ce cas, on a généralement recours à la méthode suivie depuis quelques années à Svalof : création d'autant de populations homozygotes qu'il y a eu de croisements effectués et cela par élimination spontanée des hétérozygotes au cours de cultures massales de la F2, répétées pendant plusieurs années.

Si après le croisement de deux plantes autogames, c'est-à-dire à autofécondation, seul cas que nous envisageons d'ailleurs ici nous multiplions en masse, d'année en année, la deuxième génération hybride nous obtenons, dans un dihybride, à chaque génération et sur 1000 individus, les pourcentages approximatifs suivants d'hétérozygotes :

Générations	Cellules sexuelles			Pourcentages
	AA	A*a*	*aa*	d'hétérozygotes
F2	250	500	250	50 %
F3	375	250	375	25 %
F4	438	125	438	12.5 %
F5	469	63	469	6.3 %
F6	484	31	484	3.1 %
Fn	500	0	500	0.0 %

On voit donc que automatiquement les hétérozygotes, c'est-à-dire les combinaisons instables, s'éliminent spontanément par le jeu même des disjonctions mendéliennes, cette élimination devenant surtout sensible à partir de la cinquième génération hybride.

Se basant sur ce phénomène, diverses stations d'amélioration, afin d'économiser du temps, du terrain et de la main-d'œuvre, ont pratiqué la méthode suivante : les plantes de la F2 sont égrenées et le grain en est semé sur une petite parcelle en semis assez clair; on continue ainsi la multiplication massale (dans les limites des disponibilités de terrain) de génération en génération, pendant 5 à 6 années. On aura finalement constitué une population de lignées homozygotes, dans laquelle il faudra isoler les variétés nouvelles répondant au but pratique envisagé.

Cette purification de la population sera plus ou moins compliquée; il est évident que la multiplicité des facteurs qui différencient les géniteurs, et la présence parmi eux de facteurs physiologiques (résistance aux maladies, au froid, à la verse, à la sécheresse) compliqueront l'isolement des sortes dont on a envisagé la création. Mais, dans bien des cas, la sélection naturelle vient ici en aide à la sélection scientifique, en éliminant, par exemple, à l'occasion d'un hiver très rigoureux, d'une année chaude et humide, très favorable au développement des maladies ou encore à l'occasion de longues sécheresses, les lignées peu résistantes à ces points de vue.

Quoi qu'il en soit, pour créer une nouvelle sorte pure, il faudra nécessairement, à un moment donné, choisir, à l'intérieur de la population stabilisée, un certain nombre de plantes-mères, points de départ d'autant de pédigrés.

***

La méthode d'amélioration par hybridation chez les plantes allogames.

La difficulté de cette amélioration réside dans la nécessité de devoir disposer de parents génétiquement purs; on ne peut y parvenir qu'en soumettant, au préalable, pendant quelques générations, les individus allogames à des autofécondations forcées, ce qui est une première complication. Ces autofécondations doivent se répéter après le croisement afin d'obtenir les diverses générations au cours desquelles se déclancheront les disjonctions. Outre que ces isolations répétées contre tout apport de pollen étranger, demandent une technique souvent assez difficile, les autofécondations elles-mêmes provoquent, chez la plupart des lignées de plantes allogames, un trouble profond dans leur vie physiologique, trouble s'extériorisant surtout par des autostérilités plus ou moins complètes et par des diminutions souvent considérables de la vigueur.

Aussi, les méthodes d'amélioration s'écartent-elles généralement, quand il s'agit de plantes à fécondation croisée naturelle, assez notablement de celles qui ont été exposées ci-dessus pour les espèces autogames; on trouvera des détails concernant ces modalités dans la troisième partie, aux divers chapitres traitant des principales plantes cultivées chez lesquelles la fécondation croisée est prépondérante (seigle, maïs, betteraves, trèfle, graminées).

CHAPITRE IV

L'AMÉLIORATION APRÈS MUTATION

Le nom de « mutation » a été donné par le généticiste hollandais de Vries — un des redécouvreurs des lois mendéliennes — à des variations héréditaires, apparues brusquement chez une espèce d'Œnothère, *Œnothera Lamarckiana* : sans cause connue, apparurent ainsi différentes séries de plantes aberrantes, à caractères nouveaux et cela dans des rapports numériques ne répondant nullement à une formule mendélienne.

Depuis lors, on a étudié de multiples cas de mutations surgies au cours de recherches sur la Génétique ou à la suite de découvertes dues au hasard : Baur a classé toutes ces variations en 7 catégories, parmi lesquelles, outre les variations de de Vries, se rencontrent le plus communément des mutations dues à l'apparition brusque, au milieu d'un ensemble quelconque — espèce, variété, lignée — d'individus qui s'en différencient par un seul facteur génétique.

Autofécondées, ces variations sont fixées dès la première génération; dans les croisements où elles interviennent, elles se montrent le plus souvent récessives vis-à-vis des plantes normales et suivent généralement les diverses formules mendéliennes des disjonctions.

Comme exemple de mutation de cette catégorie, je citerai un cas personnel : au cours de mes recherches sur la génétique des couleurs chez *Campanula Medium*, apparurent brusquement, en 1915, dans la descendance d'un Campanule du type normal, pyramidal, multiple, 18 plantes aberrantes, profondément différenciées des plantes typiques; elles étaient caractérisées par une tige droite, raide, hérissée, jamais ramifiée, portant au sommet une seule fleur campanulée, très grande : ce qui lui a valu le nom de « *Campanula Medium mutatio monantha* » (Voir fig. 6 et 7).

Fig. 6. — Type normal multiflore de *Campanula Medium*.

On avait à faire à une vraie mutation : en effet, son apparition fut brusque, à la suite d'une autofécondation d'une plante normale provenant elle-même de l'autofécondation d'un individu normal. Ce type s'est maintenu depuis 1915, toujours semblable à lui-même dans toutes les descendances provenant soit d'autofécondations, soit de croisements auxquels prirent part des individus

mutants. La mutation s'est toujours montrée récessive vis-à-vis du type normal : très maniable, elle s'est facilement, par des croisements judicieux, laissé imposer les autres colorations (1).

Fig. 7. — La mutation « monanthe » de *Campanula Medium*.

Quelle est l'importance qu'il faut attacher à la mutation dans la pratique de l'amélioration des plantes de grande culture ?

Les cas bien établis de variations brusques héréditaires chez les plantes cultivées ne sont pas rares : tout sélectionneur sachant observer, en rencontrera certainement au cours de quelques années de pratique sélective; plusieurs variétés méritantes de la grande culture doivent leur existence à des mutations. Mais de là à conclure qu'une des principales préoccupations du sélectionneur doit être la recherche de telles variations, il y a un monde : en effet, non seulement leur rareté relative, mais surtout le fait que toute

(1) En 1921, apparurent brusquement, dans quatre de nos lignées, une dizaine de plantes aberrantes, à corolle non campanulée, mais *urcéolée, complètement fermée,* ne s'ouvrant que quelque temps seulement avant le flétrissement par une petite ouverture ronde d'environ 5 millimètres de diamètre, se formant au sommet de la corolle.

mutation ne correspond nullement — bien loin de là — à une amélioration pratique, ne justifieraient pas une telle idée fixe (1).

Cela ne veut pas dire non plus qu'il faut systématiquement négliger d'étudier ces variations, que les observations minutieuses auxquelles tout sélectionneur consciencieux doit soumettre ses lignées pourraient déceler. Dans ce cas, quelle est la marche à suivre ? Elle est bien simple : il suffit de faire de chaque plante mutante une *plante-mère,* tête de lignée, dont on étudiera l'évolution au cours de 2-3 générations; celles-ci diront s'il s'agit d'un effet de croisement naturel ou d'une vraie mutation, et, dans ce dernier cas, si elle constitue ou non quelque chose de vraiment intéressant au point de vue de l'amélioration.

(1) Ajoutons qu'il ne faut pas prendre chaque variation brusque, qui se manifeste à l'intérieur d'une lignée pure, pour une mutation; il faudra au préalable s'assurer, par des déductions à tirer de l'emplacement qu'occupait la lignée les années antérieures et par l'étude des générations ultérieures des variations observées, qu'on ne se trouve pas plutôt devant des résultats de croisements naturels.

DEUXIÈME PARTIE

LA TECHNIQUE GÉNÉRALE DE L'AMÉLIORATION

CHAPITRE I

LE JARDIN D'AMÉLIORATION

Définition. — Dans un sens très restreint, on appelle « jardin d'amélioration », l'ensemble des parcelles portant les élites de première et de deuxième générations, ainsi que les premières descendances d'une hybridation ou d'une variation spontanée.

Souvent cependant, ce jardin englobe, en outre, les petites parcelles pour le choix des plantes-mères, les premières et même les deuxièmes multiplications, ainsi que les petits essais comparatifs.

Conditions a envisager lors du choix d'un emplacement. — En créant un jardin d'amélioration, il ne faut pas perdre de vue certaines conditions, dont quelques-unes sont essentielles, si on ne veut pas s'exposer à des mécomptes qui pourraient être graves. La constitution physique et chimique du sol doit être d'une régularité aussi parfaite que possible, le terrain étant de la même composition que la majorité des terres de la région; le sous-sol doit être perméable et tout danger d'inondation ou d'eau stagnante doit être écarté; il faut éviter les dénivellements trop prononcés; enfin, le sol ne peut être trop riche en vieille fumure, la grande luxuriance de végétation, aussi bien que la pauvreté physiologique peuvent fausser les résultats et rendre incertaines les conclusions des essais comparatifs.

Si le terrain où l'on désire établir le jardin a été occupé l'année antérieure par diverses cultures, il sera nécessaire, avant de commencer l'amélioration, d'intercaler une culture unique de régularisation couvrant tout le terrain que l'on destine aux parcelles de sélection.

Jardins d'amélioration permanents et ambulants. — On appelle « *jardin permanent* », un ensemble fixe de parcelles d'amélioration établies une fois pour toutes en un emplacement déterminé et arrangées de manière à permettre une rotation plus ou moins normale.

Au contraire, dans un jardin dit « *ambulant* », les parcelles d'amélioration, au lieu d'être liées à un emplacement déterminé, suivent, d'année en année, leur sole respective.

Ces deux formes de jardin d'amélioration ont leurs avantages et leurs défauts.

Fig. 8. — Vue extérieure de la cage protégeant l'ensemble des parcelles d'élites contre les déprédations des oiseaux.

Le jardin *permanent*, étant établi le plus près possible de l'habitation du sélectionneur ou des bâtiments de la station officielle, dans un terrain de choix, fait économiser un temps considérable quand on envisage qu'à certaines époques de l'année, les visites aux parcelles d'amélioration sont quasi quotidiennes et souvent même répétées plusieurs fois par jour. En outre, cette proximité rend possible une surveillance continuelle et efficace, surveillance encore facilitée par le fait que le jardin ainsi conçu englobe la totalité des sélections. L'économie de temps et de main-d'œuvre serait encore considérablement accrue par la construction, sur le terrain même, d'un hangar-grange et d'un petit laboratoire pour l'analyse des récoltes.

Ces grands avantages sont malheureusement contrebalancés par un défaut assez sérieux : cette proximité des lieux habités nécessite la protection des cultures contre les incursions des animaux domestiques et les déprédations involontaires ou parfois voulues de l'homme ; il est donc absolument nécessaire d'entourer l'ensemble des parcelles d'une bonne clôture qui, quand elle doit prendre un certain développement, obère sérieusement les premiers frais d'installation.

De plus, le voisinage des habitations amène des concentrations indésirables de moineaux et d'autres granivores; pour ne pas laisser détruire en quelques heures des élites de choix, résultant souvent d'un travail de plusieurs années, il est de toute nécessité de protéger les récoltes, dès l'approche de la maturité, contre leurs déprédations.

Un des meilleurs moyens de protection préconisé et employé assez généralement, au moins avant la guerre, est l'emploi de *filets* tendus au-dessus des parcelles. Si le jardin d'amélioration ne comporte que quelques ares, ces filets peuvent couvrir l'ensemble des parcelles; des bandes longitudinales supportées par un entrecroisement de gros fils de fer tendus en longueur et en largeur, à environ 2 mètres au-dessus du sol, s'attachent aux fers d'une solide clôture; afin de consolider l'ensemble, on réunit les extrémités supérieures de ceux-ci par de légers fers en équerre; les filets débordant sur la clôture retombent jusqu'au sol, formant ainsi des parois d'une cage complètement close. (Voir fig. 8 et 9).

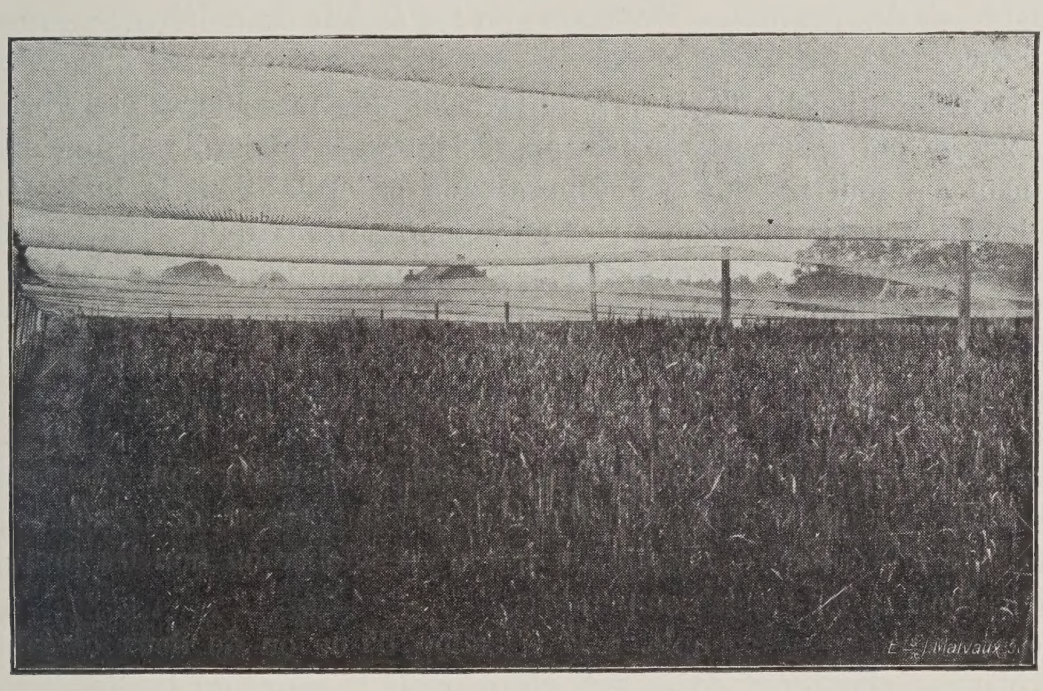


Fig. 9. — Vue intérieure de ces installations de protection.

Il est à conseiller de consolider inférieurement la clôture, sur une hauteur d'un mètre, par une bande de fort treillis, à mailles de 0.02 m. au maximum: dans ce cas, la retombée du filet s'attache à cette bande. Afin d'empêcher, dans une certaine mesure, les incursions des taupes et des rongeurs, il est recommandable d'enterrer ce treillis d'environ 0.50 m.

Si la portée des fils de fer supportant les filets était trop grande, il faudrait en empêcher le fléchissement par des supports en bois ou en fer, établis aux points d'entrecroisement de ces fils.

Quoiqu'un tel ensemble fournisse une protection efficace contre les attaques des oiseaux, il faut reconnaître qu'actuellement le coût très élevé d'une telle installation en exclut généralement l'emploi, surtout que les filets ont une durée assez limitée, exposés qu'ils sont à l'action destructrice d'humidités souvent prolongées.

Aussi, je pense qu'il y a profit, actuellement surtout, de confier à un jeune gardien le soin d'assurer cette protection. Ce ne serait que dans le cas où l'on voudrait assurer contre tout dommage des petites parcelles portant des en-

sembles de grande valeur, qu'on pourrait simplement jeter par-dessus ces plantes un filet reposant sur des lattes clouées sur des supports en bois.

Quant aux jardins *ambulants,* c'est-à-dire ceux qui, pour chaque plante en amélioration, suivent chaque année la sole respective dans ses déplacements à travers champs, ils ont généralement, à l'inverse des jardins permanents, le grand désavantage d'être d'un accès plus difficile vu leur éloignement plus ou moins grand des agglomérations et d'obliger le sélectionneur à des déplacements, nombreux et fatigants, vu l'éparpillement des parcelles.

En revanche, l'absence normale, en plein champ, de haies, de jardins, d'habitations et de talus arborés, diminue considérablement le danger de la présence d'oiseaux déprédateurs. D'ailleurs, afin de soustraire ces parcelles ambulantes à des dommages éventuels, on les établit de préférence au centre de leur sole.

Pour conclure, je suis d'avis que, vu la facilité de surveillance et la brièveté des déplacements — avantages très appréciables — un jardin d'amélioration permanent est tout indiqué pour une station officielle, dont le budget n'est généralement pas limité à un strict minimum, surtout qu'une telle installation fournit l'occasion de compléter les travaux pratiques de sélection par des essais scientifiques souvent hautement intéressants. S'il s'agit, au contraire, d'une entreprise commerciale, il faudrait peser le pour et le contre et se décider peut-être pour un jardin d'amélioration ambulant.

Superficie. — L'étendue à donner au jardin d'amélioration est essentiellement variable : elle dépend, tout d'abord, de l'importance des améliorations qu'on désire entreprendre, ensuite du fait d'y englober ou non les premières multiplications et les essais comparatifs.

Si on se limite, par exemple, à la sélection d'une ou de deux céréales et d'une plante-racine, dont on ne fait entrer dans le cadre du jardin d'amélioration que les plantes-mères et les élites de première et de seconde générations, une superficie de 5 à 10 ares suffit; tandis qu'il faut prévoir plus d'un hectare de terrain si on veut y annexer, en outre, les parcelles de petite multiplication et les essais comparatifs (1).

Quoi qu'il en soit, il faudra prévoir, dans tous les cas, une étendue suffisante pour permettre une rotation normale des cultures.

Fumure. — Concernant le mode d'application des diverses fumures, les avis diffèrent : les uns préconisent l'emploi d'une dose minima, d'autres, au contraire, pensent qu'il est préférable d'appliquer aux parcelles d'élites au moins les mêmes quantités qu'en culture ordinaire. Je suis d'avis qu'il faut chercher la solution dans un juste milieu et éviter les exagérations dans les deux sens, les diverses descendances donneront ainsi une image plus exacte de

(1) Le jardin d'amélioration de la Station de Sélection de Gembloux, a une étendue de 4 hectares 50 ares : on y trouve les parcelles pour le choix des plantes-mères, les parcelles des plantes-mères, des élites de première et de seconde générations ainsi que les premières et les secondes multiplications de froment, d'épeautre, d'avoine, d'escourgeon et de pommes de terre.

leurs vraies qualités sélectives; ceci est surtout vrai pour l'azote, qui ne devra jamais être appliqué à des doses exagérées.

Il m'est impossible de fournir ici, concernant les quantités d'engrais et de fumier d'étable à appliquer, des renseignements précis et détaillés, ces doses étant trop sous la dépendance de divers facteurs : plante, sol, région, précédent, etc.; on trouvera ces indications dans les traités d'agriculture (1).

Il faudra, dans tous les cas, prendre des précautions spéciales lors de l'application de la fumure; il est en effet indispensable, dans la limite des possibilités, de mettre à la disposition de chaque plante approximativement la même quantité de substance nutritive afin d'assurer aux plantes en comparaison une alimentation régulière et d'écarter les variations fluctuantes qui peuvent tromper sur la valeur des descendances.

Je dis, « dans la limite des possibilités » ; il est en effet pratiquement impossible d'atteindre une uniformité absolue; néanmoins, en ce qui concerne les engrais poussiéreux, leur répartition, quand on prend les précautions nécessaires, peut être d'une régularité pratiquement suffisante.

Il n'en est plus de même quand il s'agit de l'épandage du fumier; aussi il est de règle de ne jamais appliquer cette fumure aux parcelles de céréales d'un jardin d'amélioration. Tout au plus, en employant dès la fin de l'automne, ou plutôt à la sortie de l'hiver, du fumier bien décomposé et en le répartissant le plus uniformément possible, pourrait-on, à la rigueur, appliquer le fumier de ferme à une plante-racine (pomme de terre, betterave) même soumise à sélection. Il est préférable, néanmoins, de pratiquer un assolement comportant au moins une plante hors amélioration et d'appliquer, à cette sole-là, une forte dose de fumier de ferme, à répartir le plus régulièrement possible.

Protection et lutte contre les ennemis. — Nous avons déjà vu précédemment qu'on protège le jardin d'amélioration contre les incursions des *animaux domestiques* par une bonne clôture, qui devra être munie de forts fils suffisamment rapprochés et dont on augmentera encore la fixité par un fil vertical, tendu au milieu de chaque travée. Le fil lisse peut être avantageusement remplacé par du fil barbelé; encore faut-il examiner si, dans ce cas, des ordonnances locales n'obligent pas l'établissement de la clôture à une certaine distance du chemin.

Contre les déprédations des *oiseaux,* on luttera, comme il a été dit ci-dessus, par des filets ou par un gardien; on pourrait aussi entourer le jardin d'une assez large bordure d'une céréale hâtive (du froment précoce par exemple) qu'on abandonnerait à leurs rapines et qui servirait ainsi de manteau protecteur aux parcelles d'amélioration.

---

(1) Voici, à titre d'exemple, les quantités moyennes normales d'engrais appliquées à Gembloux aux céréales d'automne, en terre lourde, profonde : Superphosphate, 400 kg. à l'hectare, chlorure de potassium : 250 kg.; nitrate de soude : 100 kg.; une légère dose de nitrate (75 kg.) est appliquée en couverture après l'hiver, si celui-ci a été trop rigoureux. Parfois le superphosphate est remplacé par du « Supra » et le nitrate par du sulfate d'ammoniaque.

Là où les dégâts sérieux par les *lapins* sont à craindre, on peut leur interdire l'accès des parcelles en garnissant le bas de la clôture d'un mètre de treillis qui pourra être à assez larges mailles, mais qu'on aura soin d'enterrer à une vingtaine de centimètres.

Pour lutter contre les *taupes* et les *petits rongeurs,* on emploiera les moyens ordinaires de chasse et de destruction.

Les céréales, surtout l'avoine, ont, certaines années, tout particulièrement à souffrir des attaques de larves d'insectes, parmi lesquelles il faut citer comme particulièrement dangereuses celles du Zabre bossu (*Zabrus gibbus*) et du Taupin (*Agrotis segetum*); cette dernière, de couleur jaune-brun et longue d'environ 15 mm., étant plus connue sous le nom de larve « Fil de fer ». Nous avons très avantageusement lutté contre ces dévastateurs en utilisant un produit dont l'emploi tend à se généraliser : le Sulfocarbonate de Potasse (1). Une autre méthode de lutte est l'enfouissement, à quelques centimètres de profondeur, de morceaux de betterave ou de carotte qu'on visite chaque matin afin de détruire les larves qui s'y sont attaquées.

Quant aux maladies cryptogamiques : Rouilles, Charbons, Caries, Maladie de l'Orge dite « des stries » (Helminthosporiose) c'**est** la sélection elle-même qui, par la séparation de lignées pures indemnes ou au moins très résistantes à ces maladies et par la création de nouvelles sortes pas ou très peu susceptibles, doit lutter contre ces fléaux, si redoutables certaines années, dans certaines régions, pour certaines variétés. Dans ce but, il est très fortement à conseiller de s'abstenir de faire subir un traitement quelconque aux semences provenant des deux ou trois premières générations des descendances soumises à amélioration, afin de pouvoir séparer celles qui montrent une grande résistance vis-à-vis de telle ou telle maladie cryptogamique, et celles qui, au contraire, présentent envers ces maladies une plus ou moins forte susceptibilité.

Au contraire, en ce qui concerne les récoltes provenant des premières multiplications, il est très recommandable de faire subir à ces semences des traitements appropriés, afin d'éviter ainsi dans l'avenir, tout danger d'infection; en effet, s'il est vrai qu'il existe des sortes, des lignées de céréales montrant vis-à-vis de ces maladies une résistance vraiment extraordinaire, il n'en est pas moins vrai aussi qu'on n'a pas encore réussi à créer des formes chez lesquelles cette résistance serait absolue; il faut toujours prévoir, certaines années, des possibilités d'attaque qui, quoique bénignes peut-être, désapprécieraient, à un degré plus ou moins grand, la valeur commerciale de la marchandise; ceci est surtout vrai pour la Carie.

Voici, à titre de renseignement, deux formules types de traitement des semences de froment, en vue de combattre la *Carie,* formules préconisées par M. Marchal, Directeur de la Station de Phytopathologie de l'Etat, à Gembloux :

---

(1) En 1923, ce produit coûtait 10 francs le kilo. Pour en arroser les parcelles attaquées, on dilue 30 cm. cubes dans 10 litres d'eau (1 seau) ; et on applique de 60 à 90 cm. cubes par mètre carré de surface attaquée, soit 2 à 3 seaux de la solution. On conseille de faire cette application par temps frais et tant soit peu humide.

« Pour désinfecter les semences en vue de combattre spécialement la carie, on peut » recourir à l'emploi de divers produits, notamment le SULFATE DE CUIVRE et le » FORMOL.

» Voici comment il convient de conduire la désinfection de la semence à l'aide du » SULFATE DE CUIVRE :

» Préparer dans une cuve de bois une solution à 0.5 % (1 livre dans 100 litres d'eau » de pluie) de sulfate de cuivre. Y plonger le grain de semence, placé dans une corbeille; » agiter, enlever les faux grains et impuretés qui surnagent. Laisser 12 à 15 heures en » contact.

» Préparer, d'autre part, un lait de chaux à 5 % (5 kilos de chaux grasse fraîchement » éteinte dans 100 litres d'eau). Y plonger la corbeille avec la semence au sortir de la solu- » tion cuivrique. Après 10 minutes de contact, retirer la semence, la laisser égoutter et la » mettre ensuite à sécher quelque peu sur une aire bien propre.

» Ne pas négliger d'employer, pour le transport de la semence, des sacs désinfectés avec » la solution cuivrique et de soumettre le semoir à une désinfection préalable à l'aide du » même liquide.

» Ne pas perdre de vue qu'une semence traitée de la sorte doit être semée dans un délai » rapproché, n'excédant pas, si possible, 48 heures.

» Pour la désinfection AU FORMOL, on suivra les prescriptions suivantes :

» On utilise une solution de 1/4 à 1/3 de litre de formol commercial dans 100 litres » d'eau, dans laquelle on plonge la semence pendant 20 minutes; agiter et enlever les » impuretés.

» Le grain est ensuite mis, humide, pendant 4 à 6 heures, en tas recouverts de sacs » trempés dans la solution et puis étendu pour sécher sur une aire bien propre.

» Les semailles du grain traité au formol peuvent être différées, le trempage ayant été » de courte durée et n'ayant pas amorcé la germination. »

Quant au *Charbon,* il est fortement à conseiller d'enlever, au fur et à mesure de leur apparition, les épis attaqués; cette opération devrait s'effectuer le matin, à la rosée, en jetant les épis dans un seau contenant une solution à 2 % de formol commercial, afin d'empêcher la dissémination et l'action infectante des spores.

La *Verse,* enfin, est une nuisance contre laquelle, comme pour les maladies cryptogamiques, c'est la sélection elle-même qui doit lutter en créant des sortes plus ou moins résistantes, plus ou moins « inversables ». En tout cas, si on a des parcelles versées, afin d'éviter l'encombrement des sentiers, et afin de faciliter la récolte et éviter les mélanges accidentels entre lignées voisines, il est à conseiller, après avoir relevé les plantes de bordure, de tendre le long de celles-ci des grosses ficelles retenues par des tuteurs en bois.

CHAPITRE II.

LES TRAVAUX AU JARDIN D'AMÉLIORATION

§ 1. — Parcellation.

L'époque normale des semailles s'approchant, le premier travail à effectuer au jardin d'amélioration sera la division du terrain en soles, d'après le système de rotation que l'on aura adopté. Afin de rendre possible la succession annuelle des cultures, ces divisions devront être autant que possible d'égale grandeur, grandeur qui sera celle de la sole la plus étendue; la superficie de celle-ci dépend naturellement du nombre de lignées en observation pour la céréale en cause et surtout du nombre de descendances en multiplication.

Les soles seront séparées par des chemins suffisamment larges; au moins un chemin principal aura suffisamment d'ampleur pour permettre le passage d'une charrette.

On procède ensuite à la *parcellation,* au fur et à mesure de l'avancement des semis, en établissant les diverses parcelles réservées aux élites et aux multiplications, d'après les indications qu'on trouvera ci-après. (Voir pour la parcellation le plan fig. 10.)

Aux parcelles qui vont recevoir les semences de multiplication, on se contente de donner les façons préparatoires ordinaires; quant à celles qui sont destinées aux plantes-mères et aux élites, leur préparation nécessite un peu plus de soin, le semis ou plutôt la « plantation » devant se faire graine par graine, au moyen d'appareils *ad hoc;* la terre en sera émiettée davantage, et leur assiette sera plus plane que dans la culture ordinaire.

Il ne faudra cependant pas exagérer dans ce sens, car un émietttage poussé trop loin désavantage sérieusement les jeunes plantes vis-à-vis des pluies, des neiges, et surtout des froids trop rigoureux, la protection qui leur est autrement fournie par les petites mottes non défaites leur manquant dans ces circonstances.

Il est recommandé de ne pas affecter à des parcelles d'amélioration une bande d'environ trois mètres de largeur courant le long de la clôture, sur-

(1) Les données qui suivent se rapportent principalement à l'ensemble des *céréales,* et parmi celles-ci, aux céréales *autogames* (blé, orge, avoine) ; pour ce qui concerne les autres plantes de grande culture, surtout les plantes sarclées, prière de se reporter aux chapitres spéciaux traitant de leur amélioration (troisième partie).

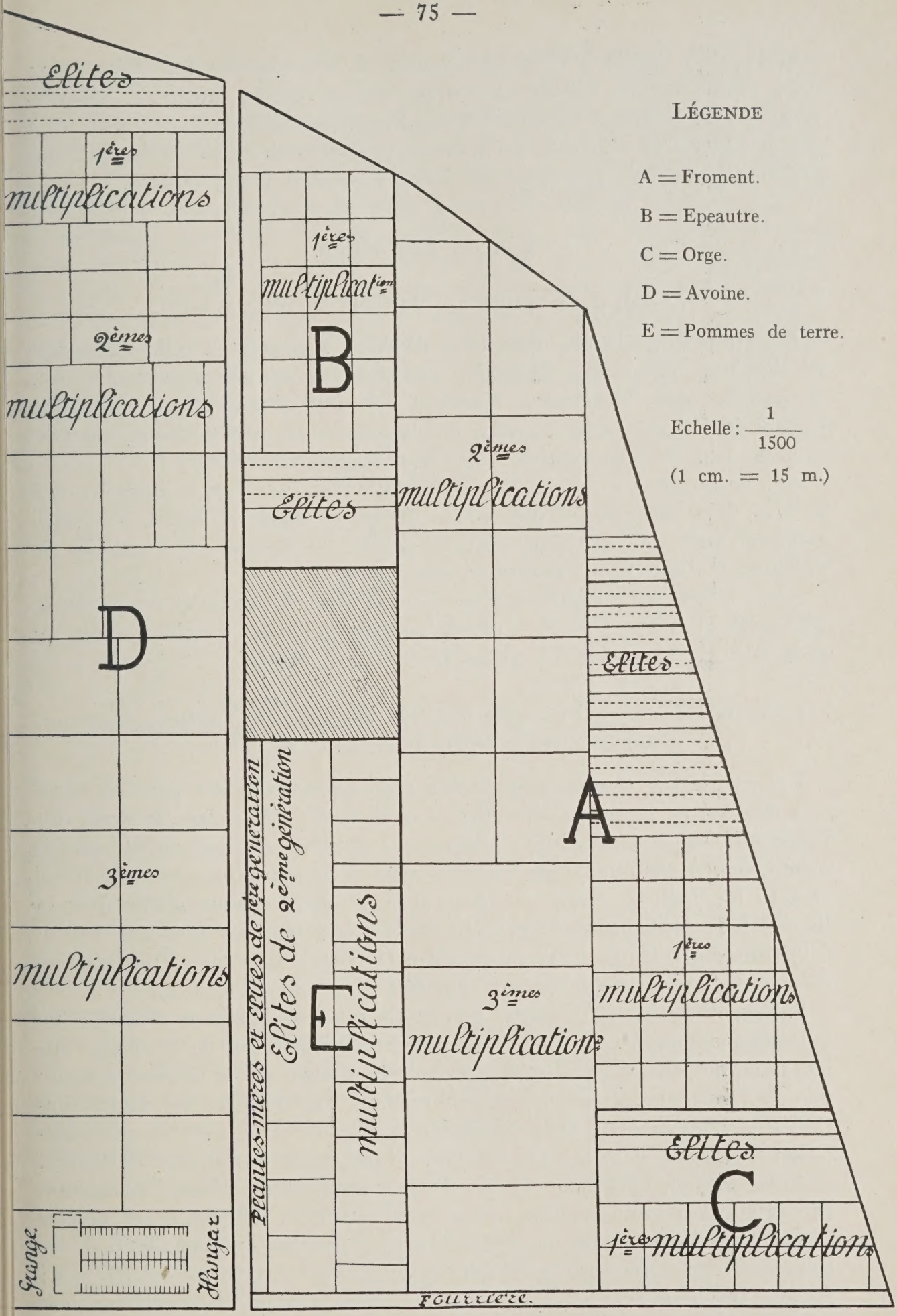


Fig. 10. — Plan parcellaire d'un jardin d'amélioration fixe (Station d'amélioration de l'Etat à Gembloux, 1922-1923).

tout là où le jardin avoisine des routes ou des chemins très fréquentés : on y effectuera une culture quelconque qui servira de protection aux parcelles d'amélioration; on pourrait entre autres, comme nous l'avons déjà dit, y semer très utilement du froment précoce, qui constituerait ainsi une excellente bande de protection contre les déprédations des oiseaux.

§ 2. — Les semis.

I. Semis des parcelles pour le choix des plantes-mères.

Les graines des divers échantillons d'origine multiple, ou celles provenant de l'égrenage des gerbes reçues des cultivateurs, sont semées sur une suite de parcelles dont la grandeur dépendra à la fois du nombre d'échantillons, de leur importance et de l'étendue totale disponible; généralement, une parcelle de 3 m. × 3 m. pourra suffire pour chaque échantillon.

Afin de faciliter, à la matûrité, le choix des plantes-mères, le semis — qu'il se fasse à la volée ou, ce qui vaudra mieux, en lignes — devra être suffisamment clair, afin d'assurer, dans la limite du possible, la régularité de nutrition et d'empêcher l'intrication des plantes.

Il est même très recommandable, si on dispose du temps et du personnel nécessaire, d'employer pour ce semis une des méthodes exposées ci-dessous pour le semis-plantation des plantes-mères et des élites.

II. Semis-plantation, sur des parcelles dites « à élites », des graines provenant des plantes-mères, points de départ d'amélioration.

Les graines de chaque plante-mère sont semées sur des parcelles dites « à élites », en lignes équidistantes et à distances égales dans la ligne, distances qui varient, dans des limites assez étroites, chez les divers expérimentateurs. A Giessen (Hesse), ces distances sont respectivement de 0.20 m. et 0.15 m. (0.20 m. entre les lignes, 0.15 m. entre chaque plante dans la ligne); les sélectionneurs de froment et de seigle, dans les Flandres, sèment à 0.20 m. sur 0.10 m.; à Weihenstephan (Bavière) ainsi qu'à l'Institut suédois de Svalof, ces distances sont ramenées à 0.15 m. × 0.05 m.

Faisons observer, à ce sujet, qu'une trop grande distance provoque un tallement exagéré, une matûrité irrégulière et l'apparition de repousses tardives; on ne peut, d'autre part, descendre en dessous d'une certaine distance minima, des lignes trop rapprochées rendant très difficiles les soins d'entretien et empêchant la libre circulation de l'air et de la lumière, une plantation trop serrée dans la ligne risquant de provoquer un mélange de touffes.

A la Station bavaroise, on enregistre normalement d'assez abondantes précipitations atmosphériques; aussi, y a-t-on serré davantage les plantes afin d'éviter l'exagération du tallement; on y préconise néanmoins, pour les contrées à climat plus sec, les distances de 0.20 m. × 0.05 m. ou 0.075 m.; ce sont ces dernières distances que nous avons adoptées à Gembloux pour le semis des plantes-mères et des élites de première génération, en réservant l'équidistance de 0.05 m. dans la ligne aux élites de seconde génération,

afin de nous rapprocher ainsi de plus en plus des méthodes de la culture normale.

La *longueur* des parcelles dépendra évidemment du nombre des plantes-mères et des élites ainsi que des dimensions de la sole. Quelle en sera la *largeur* ? Il est de règle de ne pas dépasser une largeur qui ne permettrait plus, des chemins longeant la parcelle, l'observation directe des plantes. Nous avons adopté une largeur totale de 2.20 mètres, dont 1.50 mètre environ sont réservés aux plantes en amélioration, le restant étant occupé par la *bordure régularisatrice* dont nous parlons ci-dessous. Cette largeur permet donc de semer 20 graines par ligne à 0.075 m. l'une de l'autre. Chaque surface occupée par une lignée comportera ainsi, d'après le nombre de bonnes graines fournies par la plante-mère, de 5 à 7 lignes. (Fig. 11.)

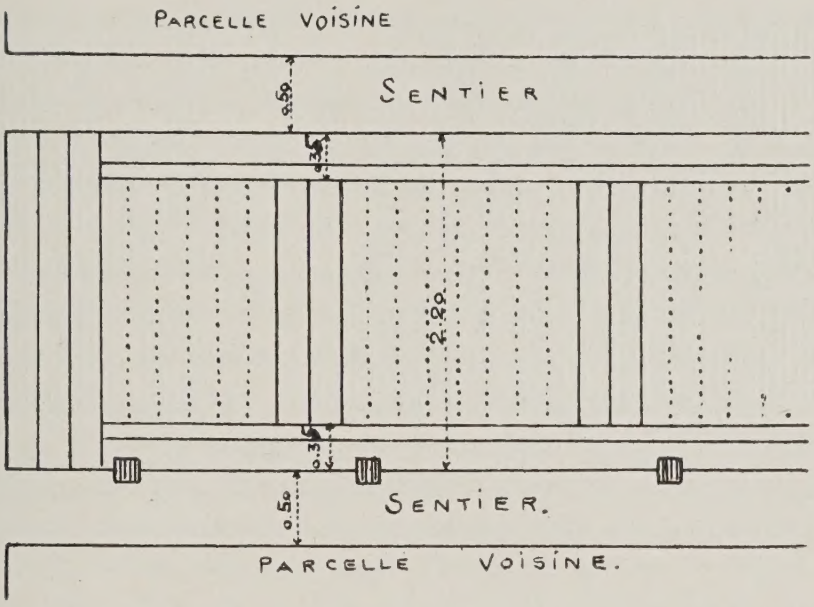


Fig. 11. — Plan d'une parcelle d'élites de première génération, avec bordure et lignes de séparation.

La mise en terre des graines de la plante-mère N° 1 étant achevée, on procède, après interposition de 2 à 3 lignes d'une autre céréale, semées clair, au semis des graines de la plante-mère N° 2, en faisant ainsi se succéder autant de plantes-mères, que le permet la longueur de la parcelle; après quoi, on établit, parallèlement à la première, le nombre de bandes de terrain nécessaires, jusqu'à épuisement des graines disponibles; en un mot, on aura, se succédant le long d'un certain nombre de bandes étroites parallèles, autant de parcelles de plantes-mères ou d'élites qu'il y a eu de plantes-mères ou d'élites choisies. (Fig. 12.)

La direction de ces parcelles sera, autant que possible, E-W, les lignes étant par conséquent orientées N.-S.

Une remarque importante : il faudra surveiller de très près cette plantation; des erreurs sont vite commises dans l'ordre de succession des descendances; il arrive fréquemment aussi que les ouvriers ou bien déposent accidentellement plus d'une graine à un emplacement, ou omettent, au contraire, par-ci par-là, le dépôt d'une semence.

On aura soin également d'annoter la date des semailles, l'ordre de semis des diverses lignées ainsi que le nombre de lignes que chaque descendance comporte.

Au commencement de la première ligne de chaque élite, on plantera une *étiquette* portant le numéro de la lignée; dans le choix de ces étiquettes, ce serait faire une fausse économie que d'utiliser celles qui sont d'usage courant en horticulture : les pluies ont vite fait d'effacer les inscriptions et l'accumulation des neiges les casse en grand nombre au ras du sol ; nous utilisons des étiquettes en sapin (le mélèze conviendrait encore mieux) de 0.45 m. × 0.065 m. × 0.015 m., taillées inférieurement en pointe (enduite de goudron végétal) et peintes en noir ; les numéros y sont portés en couleur blanche, au moyen d'un jeu de chiffres ou de lettres.

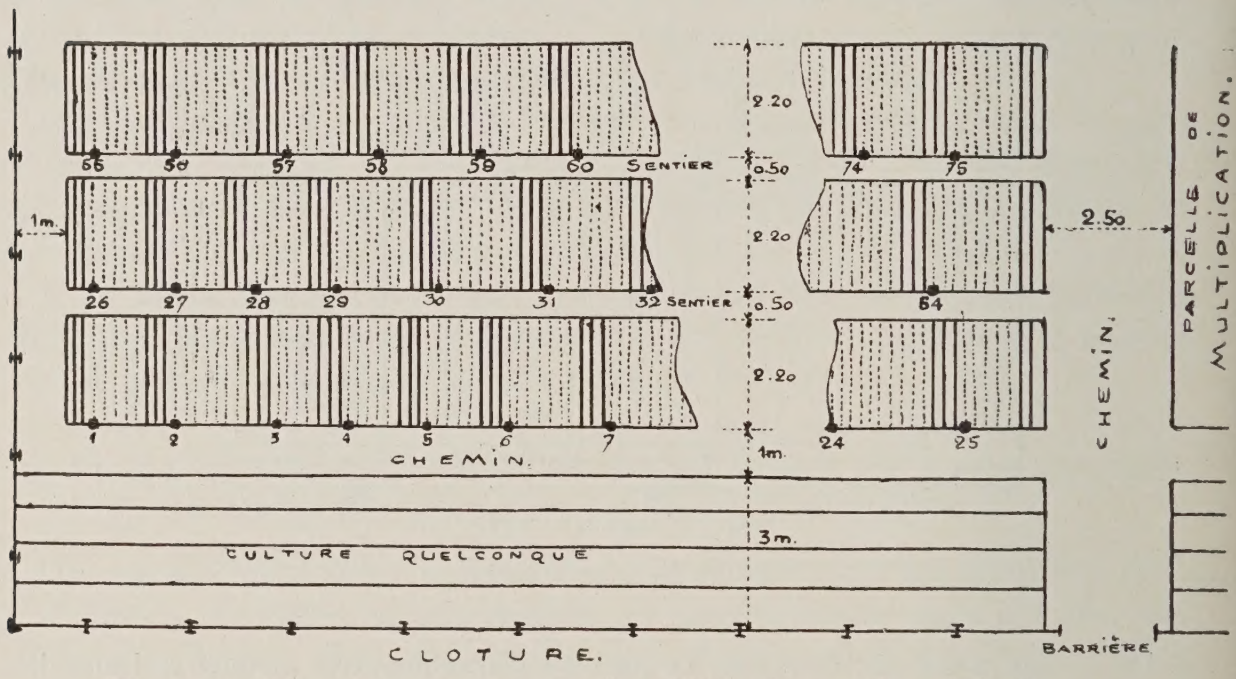


Fig. 12. — Plan d'un coin des parcelles d'élites de première génération.

Bordures régularisatrices de nutrition. — Nous avons déjà vu, dans la première partie de cet ouvrage, en parlant du choix des plantes-mères, que les plantes en bordure d'un champ ont, de par leur situation périphérique, à leur disposition une plus ample circulation d'air, un éclairage plus favorable et, souvent aussi, un apport plus élevé en matières nutritives.

Cette situation privilégiée est cause, chez ces plantes, d'une vigueur plus grande de végétation, d'une luxuriance particulière. Or, s'il est vrai que ce développement anormal des plantes de bordure n'influence guère, en culture ordinaire, les rendements totaux des parcelles, vu l'étendue relativement grande de celles-ci, il n'en est plus de même quand il s'agit des parcelles, plutôt petites, d'un jardin d'amélioration.

D'autre part, leur développement extraordinaire étant dû aux circonstances purement locales d'un apport fortuit et supplémentaire de nourriture, ces plantes de bordure devraient être écartées du choix éventuel des nouvelles élites.

La régularisation nutritive et l'élimination de l'influence de la variabilité

fluctuante peuvent, dans ce cas, s'obtenir de deux façons : ou bien en éliminant du choix des plantes-mères, dans le cas des parcelles à échantillons ou du choix des nouvelles élites, ainsi que de la détermination des facteurs établissant le rendement, dans le cas des parcelles qui nous occupent en ce moment, les plantes de bordure, c'est-à-dire les trois premières et les trois dernières touffes de chaque ligne. C'est là une méthode d'application assez facile; elle se complique cependant du fait qu'il faut partager la récolte de chaque descendance en deux lots, dont un — celui des plantes de bordure — sera exclu de toute détermination de rendement. Néanmoins, l'analyse de l'autre lot étant terminée, on pourra y ajouter les graines provenant de l'égrenage de la bordure et, après triage de l'ensemble, semer la graine comme élite de seconde génération, dans le cas où la lignée est maintenue en amélioration.

La seconde méthode, employée encore communément en Allemagne et en Suède entre autres, est celle dite « du manteau de bordure »; elle consiste à semer autour des bandes de terrain portant les parcelles de plantes-mères ou d'élites, 2 à 4 lignes d'une autre céréale. Rarement les graines de ce manteau sont plantées à équidistance au moyen des mêmes appareils que ceux utilisés pour la plantation des graines des élites elles-mêmes; le plus souvent, elles sont simplement semées à la main en semis clair, dans de petits sillons tracés autour de la parcelle au moyen d'un rayonneur.

Quoi qu'il en soit, les bordures sont toujours constituées par des plantes d'une autre espèce et, mieux encore, d'un autre genre que celles qui sont en amélioration, afin de prévenir les mélanges regrettables ainsi que des croisements spontanés qui, même chez les espèces autogames, constituent des accidents qui, sans être banaux, se rencontrent néanmoins assez fréquemment pour mériter l'attention soutenue du sélectionneur.

C'est ainsi que pour entourer d'une bordure les élites de froment d'hiver, d'orge d'hiver, d'avoine, de froment de mars et d'orge d'été, on utilise respectivement l'orge et le froment d'hiver, l'orge à deux rangs et le froment de mars. —

Il est évident que l'établissement d'une telle bordure modifie les dimensions (largeur) des parcelles : nous avons vu qu'à Gembloux les parcelles de plantes-mères ou d'élites de première génération passent de 1 m. 40 à 2 m. 20 quand elles sont entourées d'une bordure. (Voir figure 11).

Vides éventuels dans les parcelles d'amélioration. — Tout le long des lignes des plantes en amélioration, des places vides peuvent se produire, isolées ou plus ou moins confluentes, et dues à des causes diverses: grains non germés, plantules non viables, destruction par les gelées ou par l'humidité prolongée, déprédations par les vers de terre, les limaces, les larves d'insectes divers, etc.

Si ces vides prennent quelque extension, le même phénomène de surnutrition que celui que nous constatons chez les plantes de bordure, va se produire en faveur des plantes avoisinant ces vides.

Diverses mesures ont été préconisées pour obvier à cet inconvénient; dans certaines stations allemandes, on semait, à chaque emplacement destiné à

recevoir une graine, une seconde graine de remplacement éventuel; aussitôt que la végétation normale était assurée après l'hiver, on arrachait la plantule en excédent. On peut objecter à ce procédé, qu'il demande un nombre double de graines dont la grande majorité est inutilement sacrifiée et qu'en outre, on risque, par cet arrachage d'une plantule déjà bien enracinée, de provoquer aussi la mort de celle qui reste et, enfin, que les frais de main-d'œuvre et la perte de temps sont trop élevés, pour peu que l'on possède un nombre assez grand de parcelles.

Dans d'autres stations que j'ai visitées, j'ai vu établir à côté des parcelles d'élites, des pépinières de plantules de réserve, qu'on repiquait, au printemps, aux places vides. Ici encore, les mêmes objections portent : nécessité d'un double lot de graines pour chaque descendance ainsi que d'une importante main-d'œuvre, risque, en outre, d'une nouvelle perte ultérieure d'un certain nombre des plantules repiquées qui n'auraient pas repris.

Faisons d'ailleurs remarquer, à ce sujet, que, s'il est désirable d'assurer à chaque jeune plante une somme de matières nutritives la plus égale possible, ce désir ne doit pas être cependant porté jusqu'à l'exagération. En plein champ, ces vides sont généralement dus soit à une mauvaise levée, soit surtout à l'influence néfaste des froids rigoureux; or, ce peu de résistance des plantules vis-à-vis des gelées doit déjà normalement suffire pour éliminer cette lignée de la sélection, les deux premières générations d'une amélioration n'étant justement qu'un matériel de comparaison au point de vue notamment de la résistance au froid, à la sécheresse, etc.

Ultérieurement d'ailleurs, au cours de la végétation printanière, on a souvent encore à enregistrer des places vides, très étendues, dues aux dégâts de parasites divers; impossible, à ces périodes de végétation déjà très avancées, d'utiliser une méthode quelconque de remplacement. Il ne reste, dans ces cas, d'autre ressource que de chercher, par des moyens appropriés, à limiter le plus rapidement possible l'attaque et dans le cas où les vides produits seraient très étendus, de rechoisir, dans ces parcelles, de nouvelles plantes-mères.

Appareils divers utilisés pour le semis-plantation des plantes-mères et des élites. — Afin de faciliter et surtout de rendre rapide le semis, à équidistance, des graines des plantes-mères et des élites, tout en assurant une bonne exécution du travail, j'ai vu utiliser, au cours de mes voyages d'études, les appareils les plus divers.

Dans certaines stations allemandes, on utilisait, avant la guerre, un appareil appelé « cadre de Lang », constitué par des câbles de 7 m. de longueur, disposés parallèlement à 0 m. 15 ou 0 m. 10 de distance l'un de l'autre et réunis, transversalement, par de légères traverses en bois ou en bambou à des équidistances de 0 m. 10 sur 0 m. 20; d'où délimitation de rectangles de 0 m. 10 sur 0 m. 15, 0 m. 10 sur 0 m. 20, 0 m. 15 sur 0 m. 15 ou 0 m. 15 sur 0 m. 20. Les extrémités des câbles étaient fixées à deux lattes transversales traversées chacune par deux légers montants en fer d'environ 1 m. de hauteur formant poignées et se terminant inférieurement, en-dessous des lattes, par une pointe qui permettait de fixer l'appareil en terre, après l'avoir bien tendu à la surface de celle-ci.

Cet appareil, vu sa grande légèreté et la facilité avec laquelle on pouvait l'enrouler, était d'un transport très aisé et permettait un travail très rapide. On en a cependant abandonné, un peu partout, l'emploi; on lui reproche justement cette trop grande légèreté, la difficulté de le tendre convenablement et les déformations et tortions que provoque l'humidité.

On utilise généralement en Allemagne, un système beaucoup plus rigide constitué par un cadre formé par 4 légers chevrons, soutenant des fils de fer de 3 mm. de diamètre disposés longitudinalement et transversalement et dont les entrecroisements soudés délimitent des rectangles de 0.075 sur 0 m. 20 par exemple; des traverses en bois consolident le tout. De par sa rigidité, cet appareil remplace avantageusement le cadre de Lang : il ne craint pas l'humidité et les rectangles sont indéformables. Les fils de fer étant insérés au milieu des chevrons formant le cadre de l'appareil, celui-ci est garni, aux coins, de courtes pointes en fer qu'on enfonce dans le sol afin de mettre l'ensemble bien en contact avec celui-ci.

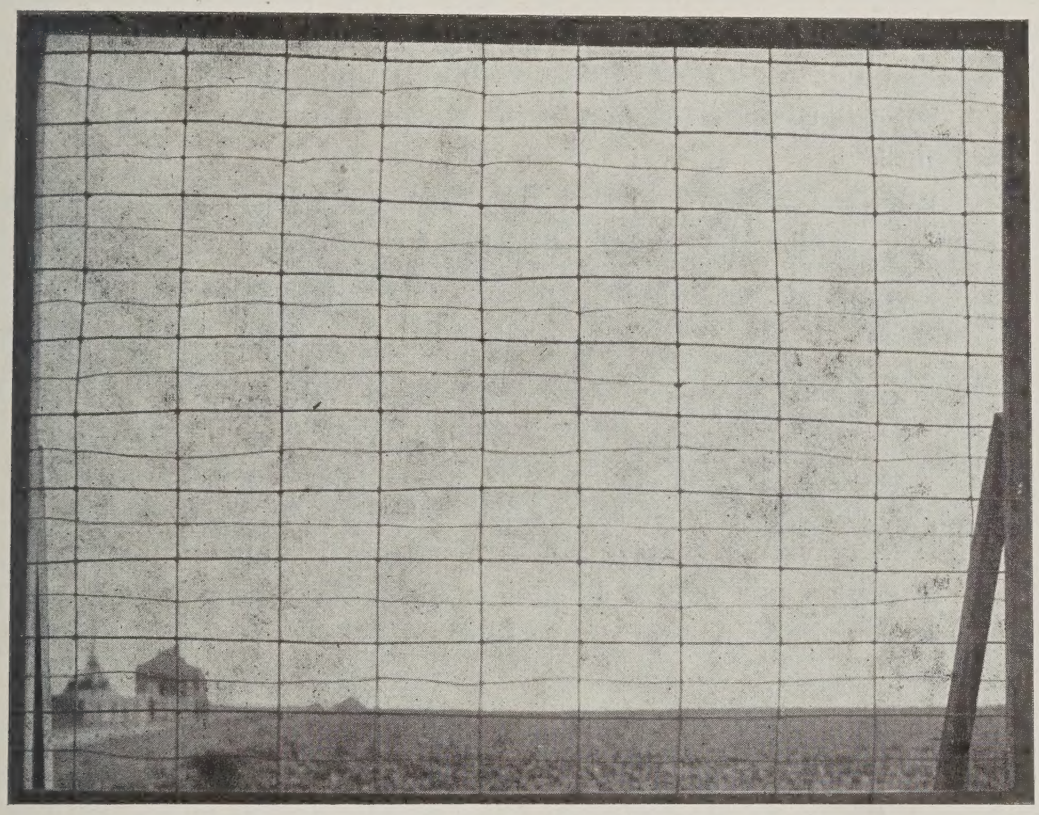


Fig. 13. — Cadre pour le semis-plantation des graines des plantes-mères et des élites de première génération (1).

Nous utilisons un cadre de semis analogue à celui que je viens de décrire, mais quelque peu simplifié : le cadre en est plus lourd, ce qui permet de supprimer les deux traverses intermédiaires, tout en augmentant encore néanmoins sa rigidité; les extrémités des fils de fer ont été attachées à la face inférieure des chevrons formant encadrement, de façon à ce qu'ils viennent reposer directement sur le sol; les pointes, devenues ainsi inutiles, ont, elles aussi, été

(1) Pour faciliter l'exécution de la photographie, le cadre a été dressé contre le ciel; les deux supports obliques ne font donc pas partie de l'appareil.

éliminées. (Fig. 13). Les points d'entrecroisement ont été consolidés par une ligature en fil léger, soudée avec eux, le tout formant ainsi un ensemble absolument indéformable. Quatre poignées, adaptées au cadre, permettent le transport facile de l'appareil.

Pour effectuer le semis, on dispose le cadre sur les parcelles assez bien égalisées, de façon à ce que ses bords longitudinaux soient parallèles aux sentiers. Deux jeunes ouvriers ou ouvrières disposent sur le sol, à chaque entrecroisement du fil et toujours dans le même angle, une graine que deux autres enfouissent au moyen d'un petit plantoir; celui-ci porte à la hauteur voulue une petite planchette transversale formant arrêt, assurant ainsi une profondeur de plantation suffisamment régulière.

Les graines d'une première parcelle étant ainsi mises en terre, on passe deux ou trois lignes (« lignes de séparation » entre deux lignées successives, constituées par une autre céréale, et semées à la main, en semis clair), puis on procède à la plantation des graines de la descendance suivante et ainsi de suite. Quand on est parvenu à l'extrémité de l'appareil, on le soulève par les poignées et, en marchant soit sur le chemin, soit sur la bordure de la parcelle, on le transporte plus loin et on le dépose de façon à ce que le premier fil transversal coïncide avec la dernière ligne plantée, de façon à assurer ainsi l'équidistance entre les lignes.

Aussitôt qu'une certaine longueur de parcelle est ensemencée, on recouvre prudemment les graines par un coup de râteau à dents courtes afin de ne pas déranger l'ordonnance des lignes.

Dimensions de ces appareils. — La largeur devra être telle qu'elle permette la mise en terre, pour chaque ligne, du nombre de graines déterminé; nous semons, pour les plantes-mères et les élites de première génération, 20 graines par ligne; l'appareil comptera donc 20 fils longitudinaux à 0.075 m. de distance l'un de l'autre; le premier et le dernier de ces fils devront être à une distance suffisante du cadre pour permettre facilement le dépôt et l'enfouissement des graines. La largeur intérieure de l'appareil, de cadre à cadre, est donc de 1 m. 53 environ.

Quelle en sera la longueur, ou, en d'autres mots, combien comptera-t-il de fils transversaux à l'équidistance de 0 m. 20 ? Ce nombre n'est limité que par la nécessité de rendre l'appareil ni trop encombrant ni trop lourd; d'autre part, plus long il est, moins de fois il faudra le déplacer. Soit par exemple un appareil couvrant 3 parcelles de 5 lignes chacune; avec les lignes de séparation et, à l'équidistance de 0 m. 20, cela nous donnera une longueur de 4 m. 10, mesurée intérieurement de cadre à cadre.

A la station d'amélioration du Hannovre, établie à Gottingue, j'ai vu employer, en 1913, un autre dispositif très simple, consistant en *une latte portant des encoches,* distantes l'une de l'autre de 0.05 m. ou 0.10 m.; cette latte se déplace transversalement à la parcelle le long de 2 pièces de bois disposées parallèlement à celle-ci et munies, tous les 0.15 m. ou 0.20 m., de traits de repère; une graine est déposée vis-à-vis de chaque encoche et enfoncée au moyen d'un plantoir.

A Svalof, la grande station suédoise, on utilise un appareil appelé « markor » (*marqueur*), constitué par un rectangle formé d'un assemblage de planches portant des rangées de trous, à équidistances de 0 m. 10, 0 m. 15 ou 0 m. 20, avec un écartement, entre les ouvertures, de 0.05 m. ou 0.075 m. Pour effectuer un semis, on dispose le « marqueur » sur le sol, un ouvrier laisse tomber une graine dans chaque trou et un second enfonce celle-ci en terre au moyen d'une tige en fer munie d'une poignée et d'un arrêt.

Tous les appareils que je viens de décrire appartiennent à un même type : on dépose les graines sur le sol et on les enfonce au moyen d'un espèce de plantoir.

Dans une deuxième série d'appareils, on fait, au préalable, des trous équidistants et on y laisse tomber la graine. A cette série appartiennent les diverses « *planches à semer* », utilisées entre autres par les sélectionneurs des Flandres (fig. 14 et 15) il s'agit de grandes planches ou d'ensembles de planches, dont une des faces est munie de rangées équidistantes de pointes cylindriques en bois : l'appareil fortement pressé sur la parcelle bien émiettée et aplanie, tasse la terre et les pointes, en s'enfonçant, forent des trous qui vont recevoir la graine, dont le recouvrement se fait au râteau.

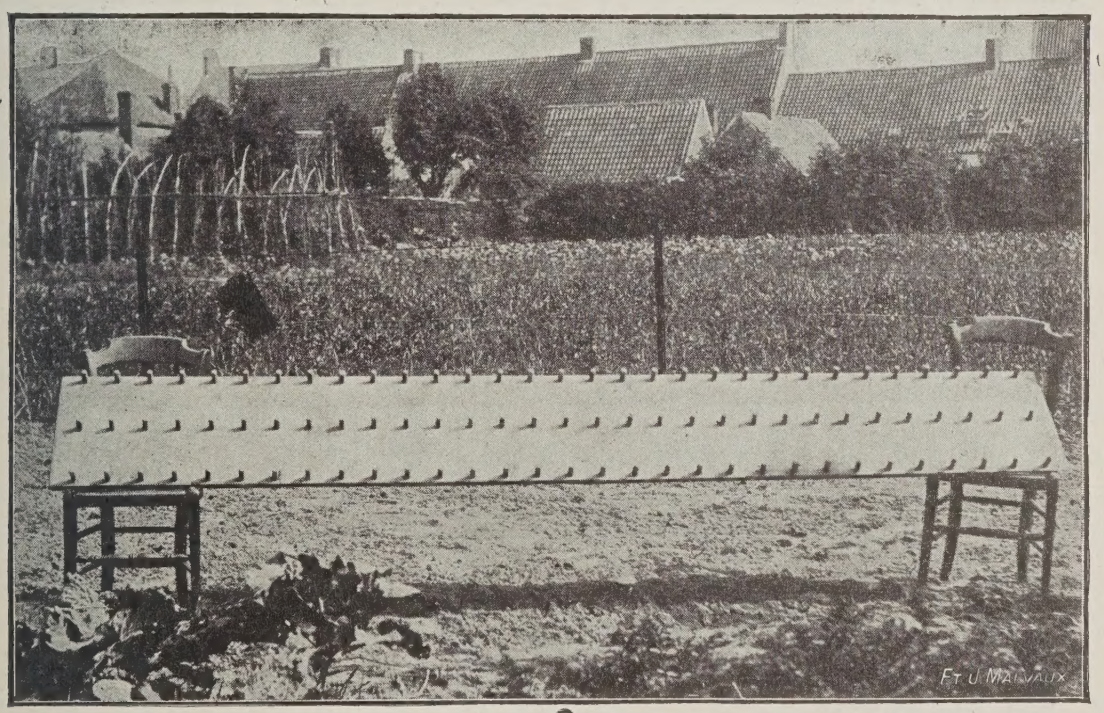


Fig. 14. — Planche-plantoir des Flandres, 3 m. × 0.45 m., à trois rangées de pointes, placées à un écartement de 0.20 m. entre les rangées et de 0.10 m. dans les lignes. (*Cliché du Ministère de l'Agriculture*).

Quels sont, parmi tous ces systèmes, ceux qui sont à préférer ? Ce qu'il faut leur demander, c'est la légèreté, l'indéformabilité, la rapidité et la perfection d'exécution du travail.

L'appareil de Lang doit être exclu de par sa légèreté exagérée et la facilité avec laquelle il se déforme par suite des alternances d'humidité et de sécheresse.

Les appareils à entrecroisements de fils, tel que celui employé à notre station, ont le grand avantage de permettre l'observation de la graine avant

Fig. 15. — La planche-plantoir des sélectionneurs flamands : manière de s'en servir. (*Cliché du Ministère de l'Agriculture*).

son enfouissage : l'aide qui manie le plantoir peut s'assurer ainsi qu'on a déposé, à chaque entrecroisement, une graine et pas plus d'une. Un léger désavantage de cette méthode, c'est de nécessiter l'installation, transversalement à la parcelle, de planches permettant la circulation des ouvriers : or, ces planches tassent plus ou moins le terrain par places, ce qui pourrait influencer inégalement la levée et le développement ultérieur des jeunes plantes (fig. 16 et 17). Afin de supprimer cet inconvénient, on pourrait choisir des planches assez épaisses reposant, par leurs extrémités, sur des blocs en bois, placés, d'après les circonstances, soit sur la partie réservée à la bordure, soit sur les sentiers. D'ailleurs ce léger tassement est partiellement, sinon totalement, supprimé par le coup de râteau qui recouvre les graines.

Quant aux « planches à semer », elles ont pour elles leur facilité d'emploi, mais je leur reprocherais la possibilité d'un remplissage partiel des trous par la terre environnante au moment où on retire les pointes, la difficulté d'extraction de graines superflues et le peu de facilité avec laquelle on peut constater l'oubli du dépôt d'une graine dans une ou plusieurs ouvertures.

3. Semis-plantation des Elites I ou Elites de première génération.

Les graines des nouvelles élites, annuellement choisies, sont semées dans les

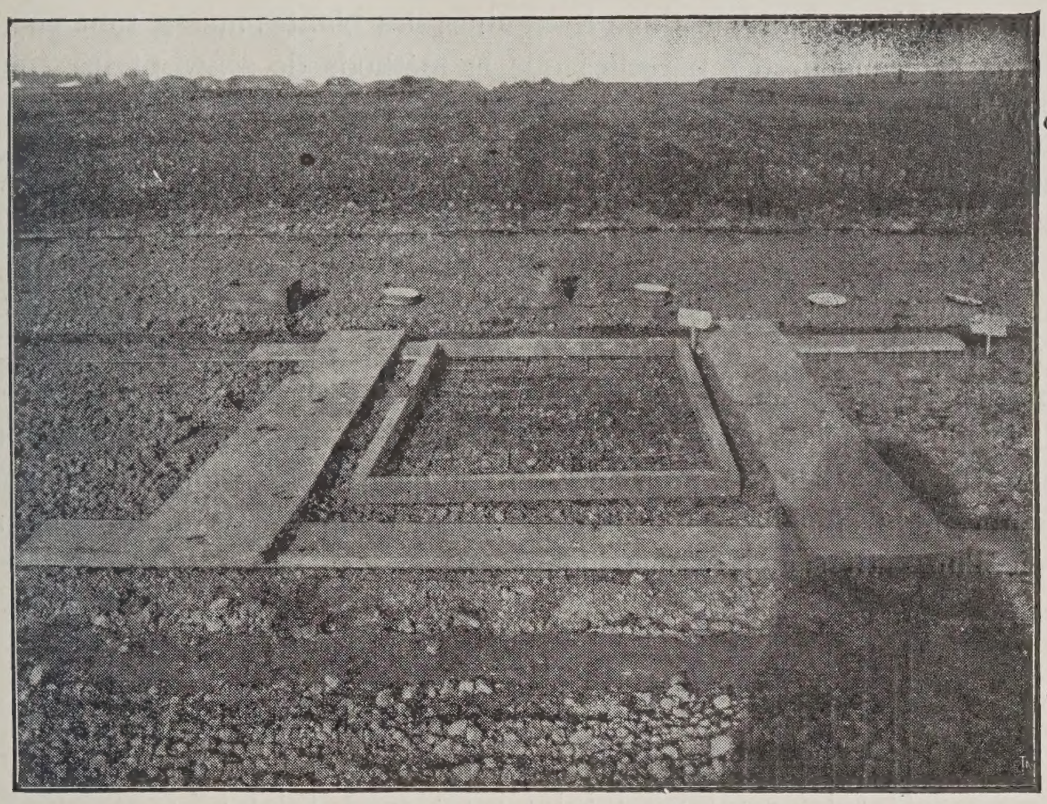


Fig. 16. — Cadre-plantoir de Gembloux, dispose pour la plantation.

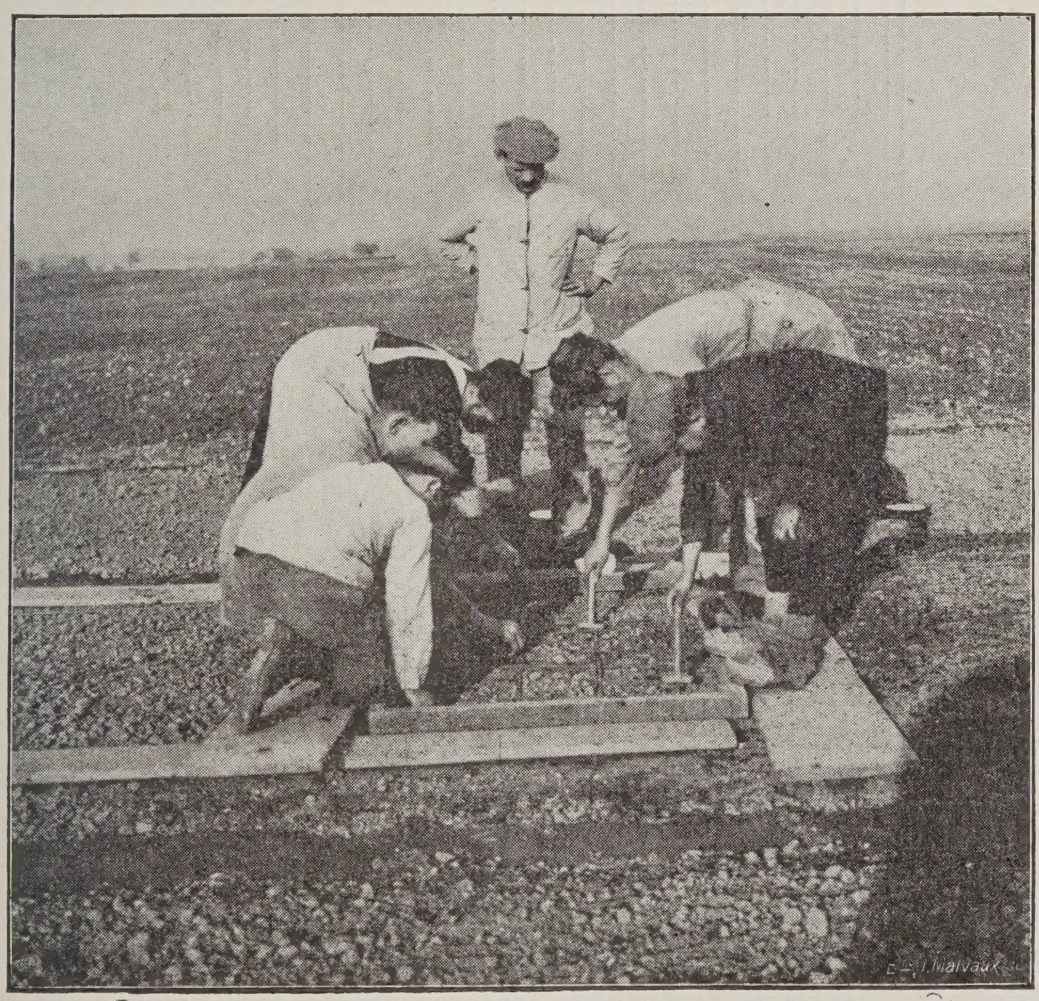


Fig. 17. — Plantation-semis des plantes-mères et des élites à la Station d'amélioration de l'Etat, à Gembloux.

mêmes conditions techniques que les graines des plantes-mères, tant en ce qui concerne la grandeur des parcelles que la méthode de semsi et les appareils employés.

4. Semis-plantation des « restes d'élites », sur des parcelles dites à « Elites II » ou « Elites de seconde génération » (encore appelées « Elites de contrôle » ou « d'observation »).

Les graines des restes d'Elites sont semées, une à une, à égale distance, sur des parcelles dites d'*Elites II*, plus grandes que celles des élites I, vu qu'on dispose déjà d'une quantité plus appréciable de graines. Comme il s'agit ici d'une espèce de petite multiplication des meilleures lignées cultivées comparativement l'année antérieure, en première génération, on pourrait se contenter, à la rigueur, d'un simple semis en lignes fait à la main ou au moyen d'un petit semoir à une ligne.

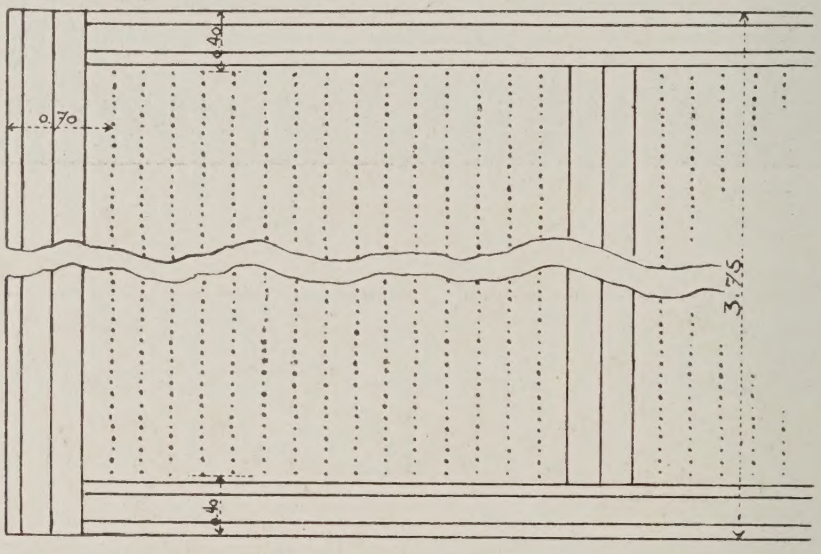


Fig. 18. — Plan de l'extrémité d'une parcelle d'élites de deuxième génération, avec bordures et lignes de séparation.

Néanmoins, afin de pouvoir continuer, durant une seconde génération, l'observation très attentive des lignées et faire une analyse soigneuse de leur récolte, il est préférable d'effectuer, comme pour les élites I, un semis-plantation en lignes, le long desquelles les graines sont réparties à égale distance l'une de l'autre.

Voici, à titre d'indication, la façon dont on procède à Gembloux : Les graines des restes d'élites sont semées, une à une, en lignes équidistantes de 0 m. 20 et à 0 m. 05 dans la ligne; ainsi on se rapproche déjà quelque peu des conditions normales de culture. Chaque rangée comprend 60 graines; les parcelles ont donc une largeur de 3 m., de chemin à chemin, ou de 3 m. 75 si on y comprend deux bordures latérales (fig. 18). A ce sujet, je ferai observer que, vu l'ampleur déjà assez grande de ces parcelles et l'inutilité d'y faire un nouveau choix d'élites I, on peut, à la rigueur, négliger l'établissement d'une bordure régularisatrice, surtout que la légère inégalité de nutrition des plantes extrêmes des lignes se répète de la même façon chez toutes les parcelles en observation.

De plus, afin de réduire la superficie nécessaire à l'ensemble de ces cultures, on peut accoupler 2 parcelles (fig. 19) — et ceci vaut aussi pour les Elites I — en les séparant, dans le sens de la longueur, au moyen de 3 lignes d'une autre céréale. La largeur totale d'une telle double parcelle serait, pour les élites II, de 7 m. 30, dans le cas où on établit une vraie bordure le long des chemins, et de 6 m. 60 dans le cas contraire.

N'oublions pas d'interposer, entre chaque lignée, 2 ou 3 lignes d'une autre céréale appropriée : cela facilite beaucoup les observations comparatives des petites parcelles et empêche des mélanges accidentels lors de la moisson, en cas de verse.

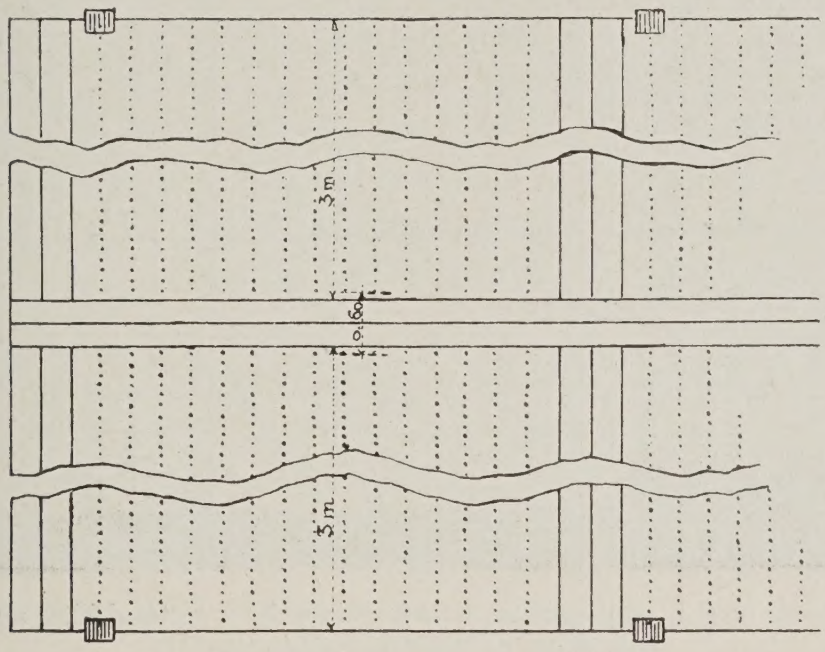


Fig. 19. — Double parcelle d'élites de deuxième génération, sans bordure le long des sentiers.

Afin de rendre plus aisée l'étude comparative des rendements parcellaires, il est à recommander de semer, pour chaque descendance en observation, autant que possible le même nombre de lignes, par exemple 15 lignes, soit 900 graines.

Appareils. — Comme il s'agit encore d'un semis à équidistance, on fait usage des appareils précédemment décrits, mais quelque peu modifiés vu la superficie sensiblement plus grande des parcelles.

Nous utilisons l'appareil suivant qui, par sa simplicité, permet un semis très rapide des graines des restes d'élites, tout en assurant suffisamment leur espacement régulier. Un cadre composé de 4 chevrons délimite un rectangle de 3 m. 10 de largeur et de 5.25 m. de longueur. Dans le sens de celle-ci sont tendus 60 fils de fer à 0 m. 05 l'un de l'autre.

Avant d'effectuer le semis, on trace, au moyen d'un rayonneur, à dents équidistantes de 0 m. 20, des lignes parallèles dans le sens de la largeur de la parcelle; après quoi, on dépose le cadre sur la parcelle, les longs côtés étant parallèles aux sentiers et, à chaque point d'entrecroisement d'un fil de fer et d'une ligne tracée au rayonneur, on dépose, dans celle-ci, une graine.

On procède ainsi au semis successif de toutes les descendances et, chaque fois qu'on est arrivé au dernier fil du cadre on soulève celui-ci et on le fait progresser d'une longueur, en ayant soin, afin d'assurer le parallélisme des lignes, de faire coïncider le premier fil avec la dernière rangée semée. N'oublions pas de réserver, entre les parcelles, deux ou trois lignes pour une céréale de séparation.

Au fur et à mesure que la plantation avance, on enterre prudemment les graines au râteau.

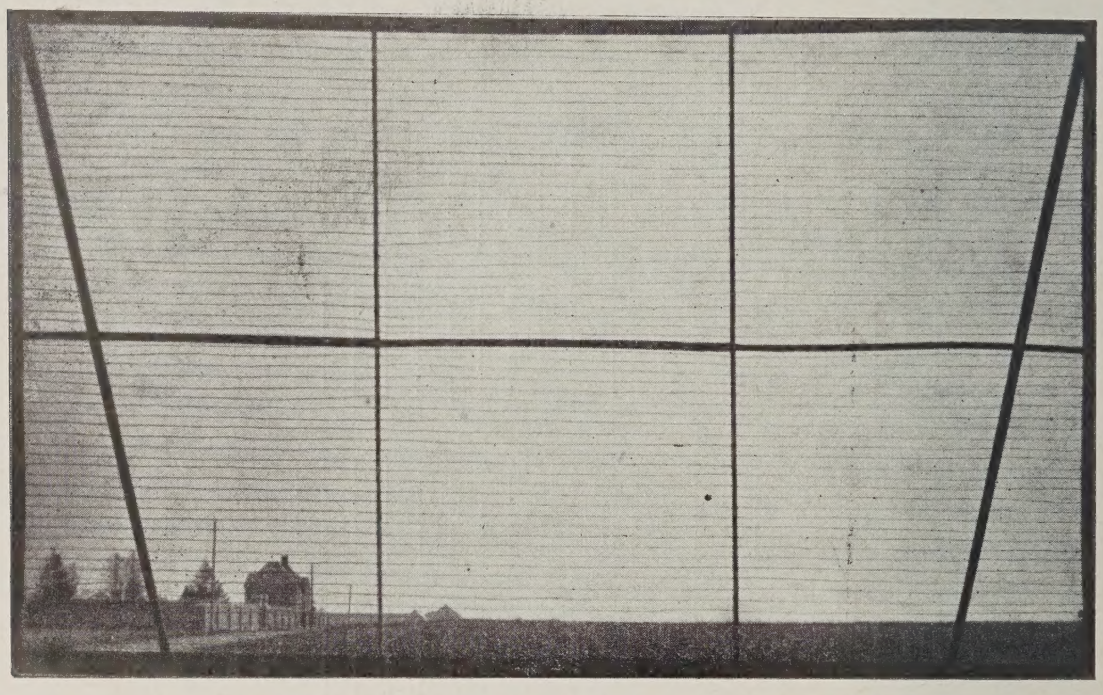


Fig. 20. — Cadre pour le semis-plantation des graines des « restes d'élites » sur les parcelles des élites de deuxième génération (1).

5. Semis des graines provenant des parcelles d'Elites II, sur les parcelles dites « de première multiplication ».

A ce stade de l'amélioration on dispose déjà de quantités de semences suffisamment grandes pour permettre de suivre, dans l'exécution des semis, les méthodes de la culture normale. On sème, soit à la main, soit au moyen d'un léger semoir (2), en lignes espacées de 0 m. 20 — ce qui permet des binages soigneux — sur des parcelles généralement d'un are.

Les éliminations successives auront déjà considérablement réduit le nombre de parcelles, comparativement à celui des plantes-mères de départ; cependant, si on dispose d'une étendue suffisante de terrain, il est recommandable de ne pas exagérer outre mesure le nombre de ces éliminations et de les limiter aux descendances qui se sont montrées tout à fait inférieures : c'est, en effet, aux stades d'élites de seconde génération et, surtout, de première

(1) Voir la note au bas de la page 81.

(2) Nous disposons, à Gembloux, d'un semoir à 5 lignes. Cependant, pour les petites multiplications, nous utilisons, de préférence, un petit semoir à une ligne, facilement réglable, du type « Planet ».

multiplication, que l'on peut étudier avec le plus d'exactitude la valeur comparative des lignées en observation.

A la station suédoise de Svalof, on intercale entre les secondes générations d'élites et les premières multiplications des *petits essais comparatifs* (Voir chap. IV). Si on ne dispose pas du terrain nécessaire ou d'une main-d'œuvre suffisante, les parcelles de première multiplication peuvent pratiquement remplacer ces essais, à condition d'être établies avec tous les soins voulus sur un terrain d'une régularité parfaite de composition.

Il faudra, entre autres, veiller à ce que toutes les parcelles de multiplication aient le même nombre de lignes et reçoivent une quantité comparable de semence, calculée d'après le poids du grain (poids de 1000 graines) ; afin d'établir, pour chaque parcelle, la quantité de graines à semer, on choisit, comme point de comparaison, une sorte « standard » variété réputée de la région, et on se base sur la quantité de graines à l'hectare qu'on sème d'habitude pour cette sorte, à la période de l'année où l'on effectue le semis. On en détermine le poids de 1000 graines, puis, par une simple règle de trois, on établit la quantité à semer pour chaque descendance en amélioration.

Un exemple fera encore mieux saisir la manière de procéder :

Semis de froment 1922 : Sorte « standard » : le Descat; son poids de 1000 graines : 47.8 grammes; dans la région de Gembloux, on sème le Descat vers le 10 octobre, à raison de 125 kg. par hectare. Cela étant, quelle quantité faudra-t-il semer à l'hectare pour la lignée 08, dont le poids de 1000 graines était, pour la récolte de 1922, de 63.4 grammes ? Plus pesant est le grain, plus on devra en mettre en terre; la règle de trois nous donnera la formule :

$$\frac{125 \times 63.4}{47.8} = 166 \text{ kg. à l'hectare.}$$

Voici un extrait du tableau des semis de multiplication pour octobre 1922 :

Multiplications 1922. — Quantités de graines à semer à l'Ha.

LIGNÉES	POIDS DE 1000 GRAINES	QUANTITÉS A SEMER A L'HECTARE
D. K. (standard)	47,8 gr.	125 kg.
05	55,3 »	144 »
08	63,4 »	166 »
029	48,5 »	127 »
013	54,0 »	141 »
025	61,8 »	162 »
052	49,6 »	130 »
064	56,8 »	149 »
069	54,6 »	143 »
085	56,6 »	148 »
097	46,6 »	122 »

On ne trouve guère de système de semoir qu'on puisse régler au point de semer à volonté n'importe quelle quantité de graines à l'hectare, à quelques kilos près; mais on atteindra un degré suffisant d'exactitude en répartissant tous les résultats calculés en quelques groupements et en adaptant au semoir des couples d'engrenages répartissant une quantité de semences égale, à peu de chose près, à la moyenne de chaque groupement.

Dans le cas présent, ces groupements seront :

	Kg.	*Moyennes*
a) AU NOMBRE DE CINQ	122	122 kg.
	125, 127, 130	127,5 kg.
	141, 143, 144	142,5 kg.
	148, 149	148,5 kg.
	162, 166	164 kg.

	Kg.	*Moyennes*
b) AU NOMBRE DE TROIS SEULEMENT	122, 125, 127, 130	126 kg.
	141, 143, 144, 148, 149	145 kg.
	162, 166	164 kg.

Les *semoirs* utilisés dans l'amélioration, outre les qualités de construction qu'on est en droit d'exiger de ces appareils, doivent réunir les deux avantages suivants : 1°) Un *réglage* facile, rapide, permettant de semer n'importe quelle quantité à l'are; 2°) Possibilité d'un *nettoyage* rapide et parfait après chaque semis.

Un réglage parfait de la quantité à semer s'impose, d'après les données ci-dessus; concernant le deuxième point, il est facile de comprendre que, entre deux semis consécutifs de graines appartenant à des lignées différentes, il est absolument nécessaire de pouvoir débarrasser rapidement le semoir de la dernière graine qui pourrait encore adhérer à une partie quelconque du mécanisme. Les occasions de mélange accidentel de graines entre des descendances différentes sont déjà tellement nombreuses lors des opérations qui se succèdent de la récolte au semis, qu'il faut absolument éviter de laisser dans le semoir, après un semis effectué, ne fut-ce qu'une seule graine qui, en trois générations, pourrait aisément fournir une cinquantaine de kilos de semences étrangères à la lignée.

Tous les semoirs, du plus petit modèle au plus grand, devraient avoir comme principales caractéristiques : un système très simple de distribution, pouvant être rapidement réglé pour telle ou telle quantité de semence et un agencement des diverses parties qui permette un nettoyage facile et complet.

Les appareils utilisés à Svalof possèdent un réservoir à graines pouvant s'enlever sans difficulté : le simple soulèvement des tubes de distribution rend le bac à semences amovible; après nettoyage et remplissage, on le remet en place et on le fixe par simple abaissement du mécanisme des tubes.

6. Semis des graines provenant des premières multiplications sur des parcelles dites « de grande multiplication » (1).

Entre la première ou petite multiplication et le moment où les meilleures lignées pourront être répandues dans le domaine public, s'intercalent un certain nombre de « grandes » multiplications permettant l'obtention de quantités suffisantes de semences, soit, dans le cas d'une station officielle, pour alimenter les sous-stations régionales et les groupements de multiplication intermédiaires entre celles-là et le public, soit, s'il s'agit d'une sélection privée, pour couvrir les demandes de la clientèle.

Dans le premier cas, où l'on est souvent limité par la surface disponible et par les crédits, on établit, dans le jardin d'amélioration s'il est fixe, dans les soles respectives, s'il est ambulant, des parcelles de deuxième et de troisième multiplications, respectivement, par exemple, sur des étendues de 5 et de 10 ares. Dans une entreprise commerciale, il n'en va plus de même et il est de l'intérêt du sélectionneur de donner à ces multiplications le plus rapidement possible une très grande extension; admettons qu'en année normale, une lignée de choix peut donner, en première multiplication de 1 1/2 are, un rendement de 60 kilos de bons grains de semence, cette quantité sera suffisante pour ensemencer, l'année suivante, en grande multiplication, une parcelle de 40 ares, qui pourra fournir, pour l'année après, une quantité suffisante de graines pour emblaver environ 10 hectares.

§ 3. — Les observations à faire au cours de la végétation.

Dès le premier début des levées, commence le plus important des travaux de la sélection : l'observation des caractères morphologiques et physiologiques des lignées en compétition; aucun caractère extérieur, aucun détail de végétation ne peut être négligé.

C'est ici que doit s'exercer l'acuité, la justesse du coup d'œil du sélectionneur, qualités qu'il s'efforcera d'acquérir durant les premières années de l'amélioration, en effectuant les observations le plus consciencieusement possible, ce qui requiert à la fois, de sa part, une attention soutenue, une grande patience et, à certaines périodes surtout, une parfaite régularité.

Je me permets d'insister sur l'importance capitale que l'améliorateur doit attacher à ces séries d'observations *in vivo*; cette importance égale et dépasse parfois même celle des analyses les plus détaillées.

Voici, dans leur ordre de succession, les principaux points sur lesquels portent ces observations pour chaque sorte en amélioration et pour toutes les générations de chaque lignée.

1° *Levée.* — Date de l'apparition des premières plantules et date où la levée est quasi générale.

2° *Détermination rapide et suffisamment approximative du pourcentage de*

(1) Il est d'absolue nécessité, si on veut être renseigné d'une manière aussi exacte que possible sur la valeur des diverses lignées en amélioration, d'établir après les premières multiplications, une série d'essais comparatifs. Concernant la technique à suivre pour ces essais, voir le chap. IV de la deuxième partie.

levée, à une date à choisir autant que possible avant les premières gelées; ceci, naturellement, pour les parcelles de plantes-mères et d'élites des deux générations; pour les parcelles de multiplications, on établit, vers la même époque, la densité de l'emblavure en la désignant par un qualificatif : par exemple : très bonne, bonne, moyenne, mauvaise, très mauvaise.

3° *Date de tallement* ou de formation des tiges secondaires. (Ne pas confondre le tallement avec l'apparition des deuxièmes et troisièmes feuilles). Ces dates dépendent en grande partie de l'époque du semis et des caractéristiques hivernales. Il est bon d'indiquer, si nécessaire, les modes de tallement un peu spéciaux : chez certaines descendances d'une même céréale, les jeunes tiges restent longtemps appliquées assez fortement contre terre, d'autres fois, la jeune plante talle soit en formation serrée autour de la tige primordiale, soit, au contraire, en formation largement étalée.

4° Détermination, après l'hiver, des *déchets dûs aux gelées.* Pour les parcelles d'élites, on compte rapidement le nombre de places vides et un simple calcul établira, comparativement au 2°, quelle est, dans ces déchets, la part à attribuer aux froids. En ce qui concerne les parcelles de multiplications, on enregistre, vers la même date, la densité des diverses emblavures.

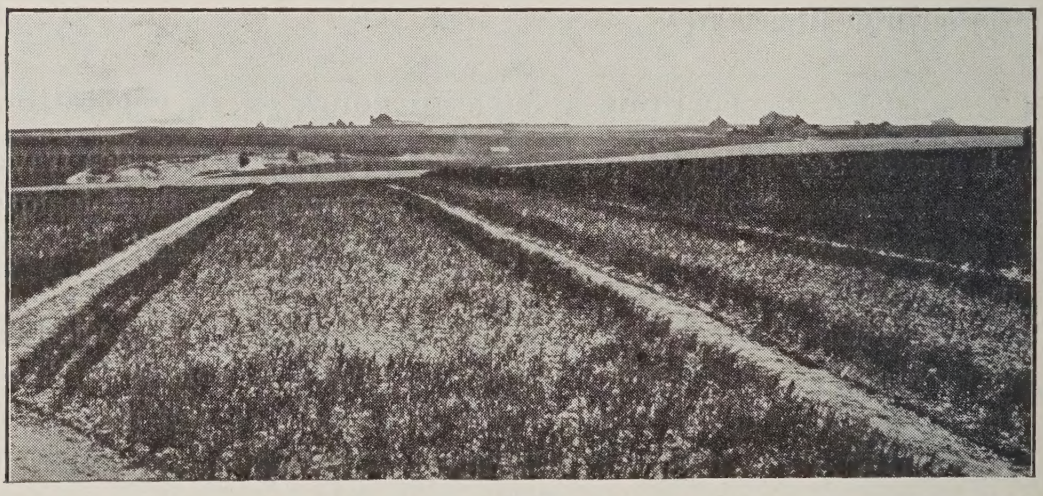


Fig. 21. — Aspect, au printemps, des parcelles d'élites de première et de deuxième génération, avec bordures.

5° *Aspects successifs de la végétation* des diverses lignées (v. fig. 21) ; on fait, à deux ou trois dates suffisamment espacées, une visite attentive aux diverses parcelles du jardin d'amélioration; on enregistre le degré de luxuriance ou de pauvreté de la végétation (1), sa régularité ou son irrégularité. La première de ces visites devrait se faire vers l'époque de la montée en tiges ; on en profitera pour étudier outre les degrés de développement et de régularité, les principales caractéristiques de la végétation : couleur plus ou

(1) Pour plusieurs de ces caractéristiques de végétation, on utilise très avantageusement des abréviations ou des nombres représentatifs : exemple : 1 = végétation très en retard, très peu développée; 2 = végétation médiocre; 3 = assez bon développement; 4 = végétation assez luxuriante; 5 = grande luxuriance de végétation.

moins foncée du feuillage, couleur des ligules, grandeur ou petitesse anormales des feuilles, leur façon de croître (feuilles droites, érigées ou penchées, nutantes) ; les deuxième et troisième visites des parcelles en vue de l'étude des aspects de végétations pourraient se faire au courant de mai et de juin.

6° Date du début de l'*apparition des épis,* ainsi que celle où l'épiage est général et complet.

7° Date de *floraison.*

8° Enregistrement des *maladies, dégâts* et *accidents,* avec indication de leur nature, des organes attaqués, des caractéristiques de la maladie ou des dégâts, de leur date d'apparition, de leur intensité (1), de leur marche ultérieure.

Citons, entre autres, parmi les principales maladies : la « Carie », les diverses « Rouilles », le « Charbon », la « Maladie des Stries » ou « Helminthosporiose » de l'orge, parmi les accidents : la « Verse » (2) enfin, parmi les dégâts éventuels : ceux causés par l'homme, les animaux domestiques, les oiseaux granivores, les lombrics, les taupes, les rongeurs et surtout par les larves de certains insectes.

9° *Date de maturité.* — Le degré de matûrité qui doit être envisagé ici est celui qui permet de procéder immédiatement à la récolte; le grain n'est plus laiteux, il peut n'être pas encore complètement farineux mais il s'achemine vers l'état de la farinosité sèche; quand on le casse, sa texture peut être quelque peu filandreuse. La partie inférieure du chaume est complètement jaune et desséchée, la partie avoisinant l'épi est encore souvent quelque peu verdâtre.

10° On inscrit, pour chaque lignée, le nombre de jours qui se sont écoulés depuis la levée jusqu'à la maturité : ceci afin de déterminer *le degré de précocité* ou de tardivité.

Pour l'inscription de toutes ces données, nous avons adopté la méthode de Svalof qui est certainement de loin la plus pratique : c'est la méthode dite des « *livres des champs* »; ces livres remplacent très avantageusement les divers modèles de « régistres des observations ».

Chaque culture soumise à sélection (froment d'hiver, orge, avoine, pomme de terre, etc.) et chaque génération (échantillons pour choix de plantes-mères, plantes-mères, élites de première et de seconde générations, petites multiplications, grandes multiplications, essais comparatifs) ont leur livre des champs.

Chaque livre est constitué par autant de feuillets qu'il y a de lignées en observation et deux trous latéraux, dont est percé chaque feuillet, en permettent l'assemblage au moyen d'une ficelle en un volume protégé par deux couvertures souples, dont la supérieure reçoit une inscription renseignant sur le contenu du livre. Exemple :

---

(1) 0 = absence de maladie; 1 à 4 = divers degrés intermédiaires d'intensité en tant que nombre de sujets attaqués et en tant qu'importance des dégâts individuels.

(2) A la station suédoise de Svalof, on rend très bien l'intensité de la verse par des nombres indiquant le degré d'inclinaison des chaumes. 0 = pas de verse (position verticale), 1 à 4 = inclinaison de plus en plus forte; 5 = verse complète (position horizontale).

1922-1923

—

Froment d'hiver

—

Elites II.

Les dimensions adoptées pour ces feuilles sont : hauteur : 0.17 m., largeur : 0 m. 20. Voici (p. 95) deux modèles adoptés à la station d'amélioration de Gembloux, l'une pour les céréales, l'autre pour les pommes de terre; par l'ensemble des indications qu'elles contiennent, elles constituent de véritables fiches, que nous avons encore rendues plus complètes en y portant, en bas, l'indication des rendements.

§ 4. — Soins d'entretien à donner aux parcelles d'amélioration.

Outre les soins normaux à donner à toute culture, (binages répétés et soigneux, roulages en cas de période sèche, hersages d'éclaircissage en cas d'emblavement trop serré, échardonnage) un jardin d'amélioration exige souvent certains travaux spéciaux d'entretien.

Au printemps, *on découpe les sentiers,* ce qui a, comme résultat, d'enlever les plantes des parcelles de multiplication qui empiéteraient quelque peu sur les chemins et d'écarter ainsi un danger de mélange.

Si les plantes constituant les bordures ou les lignes intercalaires montraient une trop grande luxuriance de végétation et menaçaient ainsi d'entraver le développement des lignes d'amélioration, il faudrait les *écimer* à coups de faucille ou même au moyen de la tondeuse à haie : c'est souvent le cas, entre autres, pour les orges d'été semées autour ou entre les parcelles d'avoines de sélection.

En cas où des grands vents et des pluies continues et abondantes auraient provoqué des verses importantes, afin de permettre la circulation dans les sentiers et d'empêcher les mélanges de parcelle à parcelle lors de la récolte, il faudra *redresser les touffes versées* encombrant les chemins et les retenir au moyen de grosses cordes tendues entre des piquets en bois, plantés le long des parcelles; l'emploi de gros fil dit « fil pour lieuse » est le plus économique.

§ 5. — La récolte.

La récolte se fera le plus soigneusement possible, au fur et à mesure des maturités. Il faudra prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer une rapide et complète dessiccation des gerbes, dont il ne faudra pas exagérer la grosseur.

En cas de mauvais temps plus ou moins persistant, on pourrait rentrer la récolte sous hangar très bien aéré et appuyer les gerbes contre des fils de fer, des cordes ou des lattes tendus, à environ 1 mètre du sol, entre des supports en bois; cet ensemble assure une bonne circulation d'air.

Il va de soi qu'avant d'effectuer la récolte, on coupe à la faucille les bordures de chaque parcelle.

A. Céréales.

Nombre de lignes : ..... Variété : .....
Nombre de graines par ligne : ..... Lignée : .....
Superficie : ..... Date du semis : ..... Levée-début : ..... générale : .....
Tallage { début : ..... / général : ..... } Epiaison { début : ..... / générale : ..... } Floraison { début : ..... / générale : ..... }
ELITES { % de levée au ..... : ..... Maturité : ..... / Déchet après l'hiver, au ....:..... Récolte:..... Nombre de gerbes:..... / Déchet à la récolte: ..... Nombre de jours de la levée à maturité:..... }
MULTIPL.: Densité de l'emblavure avant l'hiver, au .....
id. id. après l'hiver, au .....
Aspect au ..... : .....
.....
id. au .....: .....
id. au .....: .....

MALADIES, DÉGATS ET ACCIDENTS.

Nature	Organes attaqués et caractéristiques	Date de l'apparition	Intensité	Développement ultérieur
.....				
.....				
.....				
.....				

Rendement en grain { par plante: ..... / par ligne: ..... / par hect.: ..... } Aspect du grain : .....

B. Pommes de terre..

Nombre de lignes : ..... Variété : .....
Nombre de tubercules par ligne : ..... Lignée: .....
Superficie: .....

—

Plantation: ..... Floraison { début : ..... / générale : ..... } Récolte: .....
Levée { début : ..... / générale : ..... } Maturité: ..... Nombre de jours de la levée à la maturité .....
Aspect au ..... : .....
.....
id. au .....: .....
.....
Couleur des feuilles: .....
Couleur des tiges: .....
Couleur des fleurs et aspect de la floraison: .....
Fructification: .....

MALADIES ET DÉGATS.

Nature	Organes attaqués et caractéristiques	Date de l'apparition	Intensité	Développement ultérieur
.....				
.....				
.....				
.....				

Rendement en tubercules à la récolte { par touffe: ..... / par ligne: ..... / par hect. ..... } Description { ..... / ..... / ..... }

Parcelles d'échantillons. — Les plantes-mères, éventuellement à choisir dans ces parcelles, sont arrachées, à maturité, avec les racines et toutes celles provenant d'un même échantillon sont liées ensemble en une petite gerbe étiquetée du numéro ou du nom de l'échantillon.

Les plantes non choisies ou la totalité des individus d'une parcelle, dans le cas où aucun choix de plantes-mères n'y est effectué, sont coupées à la faucille, égrenées ou battues et les graines mélangées sont passées à la consommation.

Elites de première génération ou Elites I. — Dans le cas où une bordure régularisatrice les entoure, on arrache, avec les racines, toutes les touffes constituant chaque parcelle et on les lie en une ou deux petites gerbes, qui reçoivent une étiquette portant le numéro de la plante-mère.

Choix éventuel de nouvelles élites I. — Ce choix peut s'effectuer ou bien sur place, un peu avant la maturité, ou bien au laboratoire, sur le matériel desséché. La première méthode fait gagner beaucoup de temps et est, scientifiquement parlant, tout aussi exacte que la seconde; en effet, dans une même parcelle d'élites, toutes les plantes issues d'une même plante parentale, que, dans le cas du froment, de l'avoine et de l'orge, nous pouvons supposer avec raison être héréditairement pure, sont de même valeur.

Ayant arrêté son choix, on entoure la touffe d'un gros fil de laine rouge lié à triple nœud.

On aura soin toutefois d'écarter de ce choix les 2-3 premières touffes de chaque ligne ainsi que les 2-3 dernières touffes, si nous avons à faire à une parcelle sans bordures, encadrée de sentiers.

Dans ce cas, si l'on s'était décidé d'effectuer le choix des nouvelles élites au laboratoire même, il faudrait, comme je l'ai déjà exposé pour les parcelles à échantillons, répartir les plantes arrachées entre deux lots, dont l'un comprendrait toutes les plantes de bordure, lot qui serait écarté du choix des nouvelles élites.

Elites de seconde génération ou Elites II. — Afin de pouvoir établir, pour chaque lignée, certaines données d'analyse, entre autres le tallement moyen et le rendement en grain par plante, on récolte souvent ces parcelles de seconde génération par arrachage, comme on le pratique pour les Elites I.

Pour effectuer alors l'analyse de ces touffes, après en avoir fait le dénombrement, il faut en couper les racines. Or, quand ces opérations portent, comme c'est généralement le cas, sur une multitude de parcelles, comptant chacune près d'un millier de touffes, elles absorbent une grande main-d'œuvre et un temps d'autant plus précieux que la récolte et l'analyse totale de l'ensemble des céréales d'hiver ne peut s'espacer que sur deux mois tout au plus. Aussi avons-nous cherché à simplifier de plus en plus toutes ces opérations, en restant toutefois, bien entendu, dans les limites des exigences scientifiques.

Comme les parcelles des élites de seconde génération comptent un nombre appréciable de lignes, on peut choisir comme point de comparaison pour les rendements non pas le rendement par touffe, mais celui par ligne et même par parcelle, dans le cas où — comme nous le faisons à Gembloux — on sème le même nombre de lignes (15) pour chaque descendance.

Dès lors, le dénombrement des plantes et, par le fait même, l'arrachage des touffes avec les racines deviennent superflues et la récolte de ces parcelles peut s'effectuer à la faucille, ce qui aura comme grand avantage de simplifier la besogne.

Il ne faudra pas oublier d'étiqueter soigneusement les gerbes et, en vue de faciliter l'analyse, il est à conseiller d'inscrire sur les fiches du livre des champs le nombre de gerbes fournies par chaque parcelle.

Petites et grandes multiplications. — Pour les parcelles de multiplication, quelles qu'elles soient, petites et grandes, la récolte s'effectuera d'après les habitudes régionales, soit à la faux, soit à la sape. Il faut cependant qu'elle soit faite de façon très soigneuse, surtout en cas de verse. Aussitôt après la moisson, on glanera à la main ou au râteau tous les épis et chaumes éparpillés sur la parcelle.

Il est très recommandable, pour écarter autant que possible tout danger de mélange entre lignées voisines, surtout en cas de verse, de couper tout d'abord, à la faucille, autour de la parcelle, une bande d'environ 0 m. 50 de largeur, de rassembler soigneusement touffes et épis provenant de cette bordure, de les battre, d'en nettoyer le grain séparément et de ne pas ajouter la semence ainsi obtenue au restant de la récolte; on en déterminera cependant les poids de paille et de grain, poids qu'on ajoutera à ceux du restant de la parcelle afin d'établir le rendement total.

Des erreurs résultant d'un ensemble de circonstances fortuites (irrégularité de végétation, pertes sur le terrain, pesées, différences de teneurs en humidité des pailles et de la graine des diverses parcelles, pertes lors du charriage, du déchargement, du battage, etc.) peuvent influencer très irrégulièrement la détermination des rendements des diverses parcelles.

Afin de les réduire au minimum, on devra s'efforcer d'effectuer les opérations avec le plus grand soin possible, éviter soigneusement toute perte et ne faire les pesées que sur des pailles et surtout des semences bien sèches.

Néanmoins, dans les stations officielles d'amélioration où, par le fait même des circonstances, on est tenu à plus de soin, à plus d'exactitude, on pourrait rechercher un moyen pratique pour éviter ces erreurs dans la détermination des rendements.

Voici une méthode qui semble être pratique et sûre (1).:

Au moment de la maturité, on prélève, à différentes places à l'intérieur de la parcelle, au moyen de la faucille, un certain nombre de plantes qu'on rassemble dans un grand sac de manière à composer ainsi un échantillon, sur lequel on opérera pour déterminer exactement le rendement.

La pesée de cet échantillon, qui devra se faire le plus exactement possible, peut être effectuée au moyen d'un peson bien réglé, soit au moyen d'une bonne bascule. Pour plus de facilité, on pourrait même prélever ainsi des échantillons

(1) Voir : Ach. Grégoire. — *Les recherches agronomiques et l'interprétation de leurs résultats.* (Annuaire de la Station agronomique de l'Etat, à Gembloux. Vol. II, 1913, pp. 13-15.

de même poids pour toutes les parcelles (6 à 7 kg. par exemple). Les sacs renfermant cette récolte seront soigneusement fermés, munis d'une étiquette intérieure et extérieure, transportés à la station et suspendus, à l'abri des rongeurs, dans un local bien aéré. Le restant de la parcelle est récolté comme d'habitude, battu et pesé.

Une ou deux semaines après la récolte, on passe à l'analyse des échantillons ainsi prélevés : on pèse très exactement le contenu de chaque sac et à la paille hachée menue, on ajoute les balles. De ce lot on prélève 200 grammes, pour la détermination de la matière sèche et l'on répète la même opération pour la graine; la dessiccation à 100° se fait dans une grande étuve chauffée au gaz. Cette dessiccation achevée, on pèse, on ramène à la teneur normale en humidité de la matière séchée à l'air, soit 14 p. c., et une règle de trois donnera le rendement exact de la lignée en question.

§ 6. — Engrangement des produits. — Battage et nettoyage de la récolte.

Les récoltes des petites parcelles et celles des multiplications aussitôt qu'elles sont séchées à point devront être mises en grange en attendant le battage et l'analyse.

A ce sujet, une remarque s'impose immédiatement : c'est la nécessité quasi absolue de pouvoir disposer, au jardin d'amélioration même ou au moins dans sa proximité immédiate, d'un hangar, d'une grange pour le battage et d'un petit laboratoire pour l'analyse.

En effet, c'est le propre d'un jardin d'amélioration de compter un nombre considérable de parcelles de toutes grandeurs; d'autre part, tout mélange, si petit qu'il soit, doit être absolument évité non seulement entre les diverses céréales mais surtout entre les différentes lignées d'une même céréale. Or, comment éviter ces mélanges lors des multiples transports des récoltes vers le lieu d'engrangement, quand celui-ci est situé assez loin des champs de sélection, à moins de ne véhiculer chaque fois qu'une seule lignée, ce qui est possible quand il s'agit des multiplications mais ce qui devient totalement impossible pour les petites parcelles des 2-3 premières générations ?

Dans le cas où l'on serait absolument forcé de transporter plusieurs lignées à la fois, il est de toute nécessité de limiter autant que possible le danger de mélange entre descendances, en interposant entre elles des sacs vides ou toutes autres toiles.

Comme nous le verrons quand nous traiterons de la technique des essais comparatifs, on pourrait aussi utiliser des sacs à large fond dans lesquels on enfouirait, épis en bas, les gerbes provenant des petites parcelles.

Ce ne sont là cependant que des moyens de fortune. Le seul moyen adéquat de réduire à un minimum, à la fois la main-d'œuvre et les dangers de mélange, est, comme je l'ai dit ci-dessus, la construction sur le terrain du jardin d'amélioration, d'un hangar-grange-laboratoire. Ces installations rendent possible l'engrangement des lignées, une à une, soit directement par les ouvriers, soit au moyen de civières ou à l'aide de charrettes à bras facilement nettoyables.

Pour l'engrangement des récoltes, le hangar dont on a doté notre station (voir figures 22 et 23) a été muni d'installations que je pense être encore uniques en ce moment : afin d'assurer la séparation la plus complète possible entre les récoltes des diverses petites, moyennes et grandes parcelles, les murs latéraux ont été garnis de trois étages de loges en béton; en outre, deux rangées de trois étages chacune sont adossées contre un mur médian partageant ainsi tout le hangar en une double travée de 3 m. 75 de largeur, permettant le passage aisé d'une charrette attelée.

Un revêtement complet en ciment rend lisses les parois intérieures des loges, empêchant ainsi les graines de se caler dans des anfractuosités et

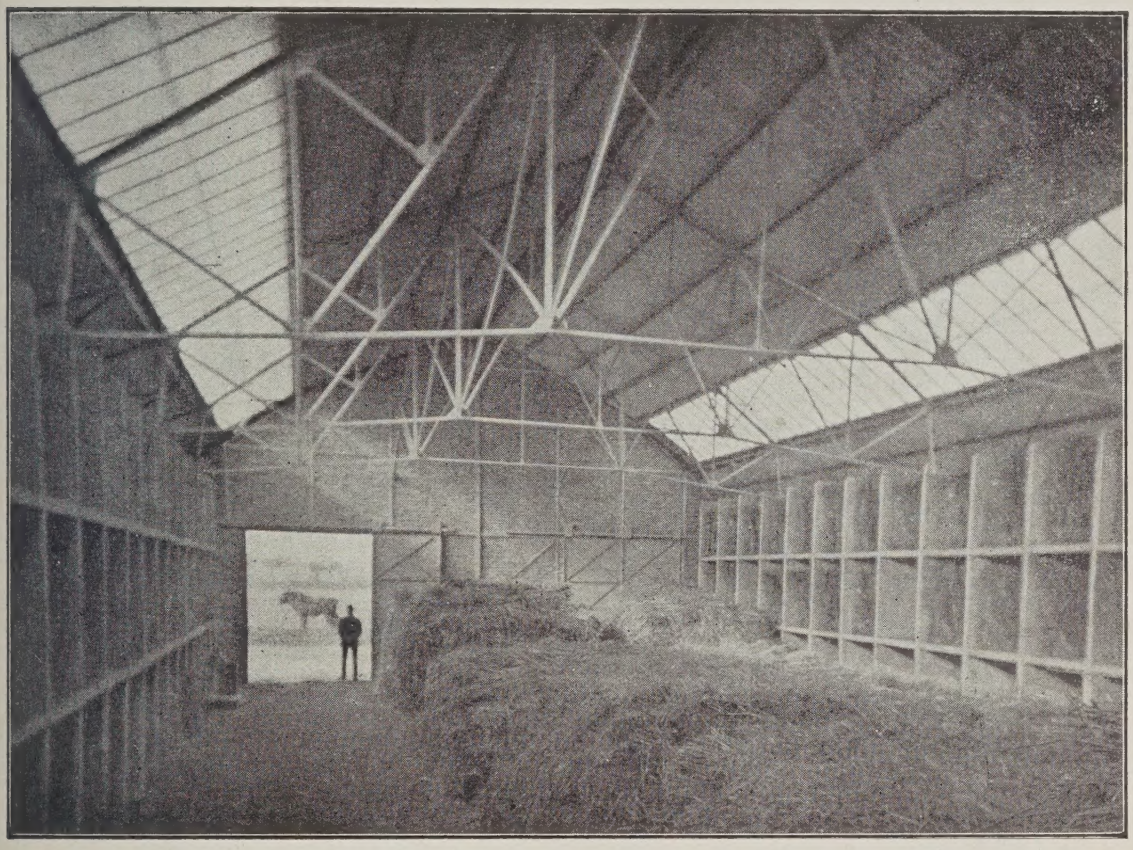


Fig. 22. — Intérieur du hangar, montrant les loges destinées aux récoltes des petites parcelles. La rangée médiane de grandes loges sera construite en 1925.

permettant un nettoyage facile, rapide et complet; la paroi extérieure de chaque loge latérale, ainsi que les cloisons de séparation de chaque couple de loges adossées au milieu, sont percées de deux ouvertures d'aération situées en bas et en haut, aux extrémités d'une diagonale, assurant ainsi l'évaporation des derniers restes d'humidité qui pourraient imprégner encore les récoltes. Afin d'empêcher l'entrée des oiseaux, les ouvertures d'aération des parois extérieures des loges latérales sont fermées au moyen d'un tamis métallique; un tel tamis garnit de même — en vue d'éviter tout mélange — les trous d'aérage percés dans les parois de séparation des loges médianes.

La grange qui fait suite au hangar possède une aire en ciment coulé, et les parois en sont cimentés à 2 m. de hauteur. Le battage des multiplications se fait au moyen d'une batteuse à broches, munie de secoueurs et mue à

l'électricité, elle a été spécialement construite pour la Station : les parois bien lisses et l'absence de coins et de recoins permettent un nettoyage total et rapide de la machine.

Des batteuses de modèle réduit, mais de même construction que les grandes batteuses employées dans les exploitations rurales, nettoient et préparent peut-être mieux la semence que les batteuses à broches ; elles

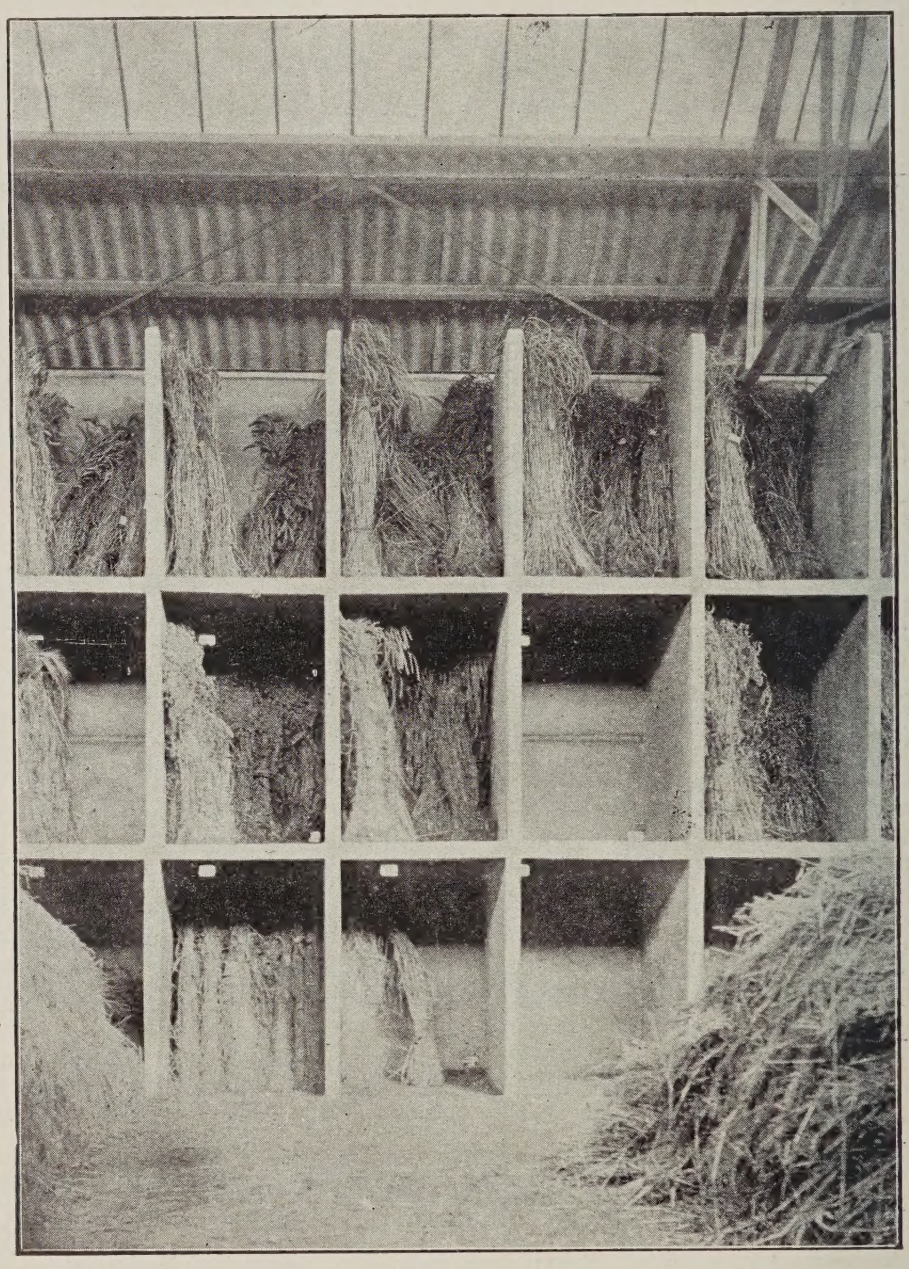


Fig. 23. — Intérieur du hangar. Détail des loges.

rendent, en outre, inutile l'usage du tarare. Leur emploi est cependant à déconseiller ici, la complication de leur mécanisme interne rendant très difficile le nettoyage complet après le battage de chaque lignée ; le seul moyen à employer est de faire tourner la batteuse à vide pendant un temps suffisamment long, avant de procéder au battage d'une nouvelle descendance.

Le grain battu est soigneusement tararé et conduit à la Station pour le triage et l'emmagasinage.

Pendant que les petites et grandes multiplications sont battues, l'analyse des diverses récoltes des parcelles d'élites s'effectue au laboratoire.

La meilleure méthode pour conserver les gerbes de plantes-mères et des élites des deux générations, en attendant d'effectuer leur analyse, est de les suspendre, au moyen d'un crochet en S attaché au lien, à des gros fils de fer tendus d'une paroi à l'autre d'une salle ou hangar très bien aéré par des ouvertures, qui seront treillissées afin d'écarter les oiseaux granivores; pour empêcher les déprédations des rongeurs, on pourrait utiliser des espèces de cavaliers carrés en fer blanc ou en tôle, insérés, au moyen d'une entaille, sur le fil de suspension.

Il est à conseiller d'éviter la présence, à quelque distance au dessus des gerbes, d'un entrecroisement quelque peu important de poutres et de gitages, afin de ne pas courir le risque de voir les souris et rats se laisser tomber de ces supports sur les gerbes suspendues.

Afin d'éviter les occasions de mélange entre lignées, il est fortement désirable de réserver un espace suffisant entre les gerbes de chaque parcelle. Ce danger serait entièrement écarté si on prenait la précaution d'entourer les gerbes d'un tissu à mailles pas trop larges, jute, toile d'emballage ou toile à sac ; malheureusement ce système aurait, actuellement, le désavantage d'être assez coûteux.

CHAPITRE III

ANALYSE DES RÉCOLTES

Aussitôt que l'état de dessiccation des gerbes le permet, on procède à l'analyse des récoltes des diverses parcelles du jardin d'amélioration.

Ce sont les résultats de cette analyse, qui, conjointement avec les observations faites durant la végétation, serviront de bases à l'élimination ou à la conservation éventuelle de telle ou telle lignée.

§ 1. — Le laboratoire de sélection. — Son ameublement.

Le local où l'on procède à l'examen approfondi des récoltes et où s'effectue leur analyse ne peut être trop exigu, pour que nul encombrement ne vienne troubler ou fausser les opérations ; en outre, une condition essentielle qu'il doit remplir, c'est d'être éclairé par un grand nombre de larges baies, qui y laissent pénétrer, dans tous les coins et recoins, le plus de lumière possible; les murs sont blanchis à la chaux ou mieux encore peints avec une bonne couleur blanche, passée au vernis. Le dallage se fait au ciment ou en grands carreaux lisses, sans ornements, très bien rejointoyés, afin qu'on puisse enlever facilement les graines tombées.

Comme ameublement essentiel, outre les armoires nécessaires au rangement des archives, registres, livres des champs, petits appareils, etc., signalons *une grande table de travail* (fig. 24) dont la construction doit être tout particulièrement soignée et les dimensions suffisantes (par ex. 3 m. × 1.50 m.) pour permettre le maniement facile des touffes et des gerbes ; la tablette

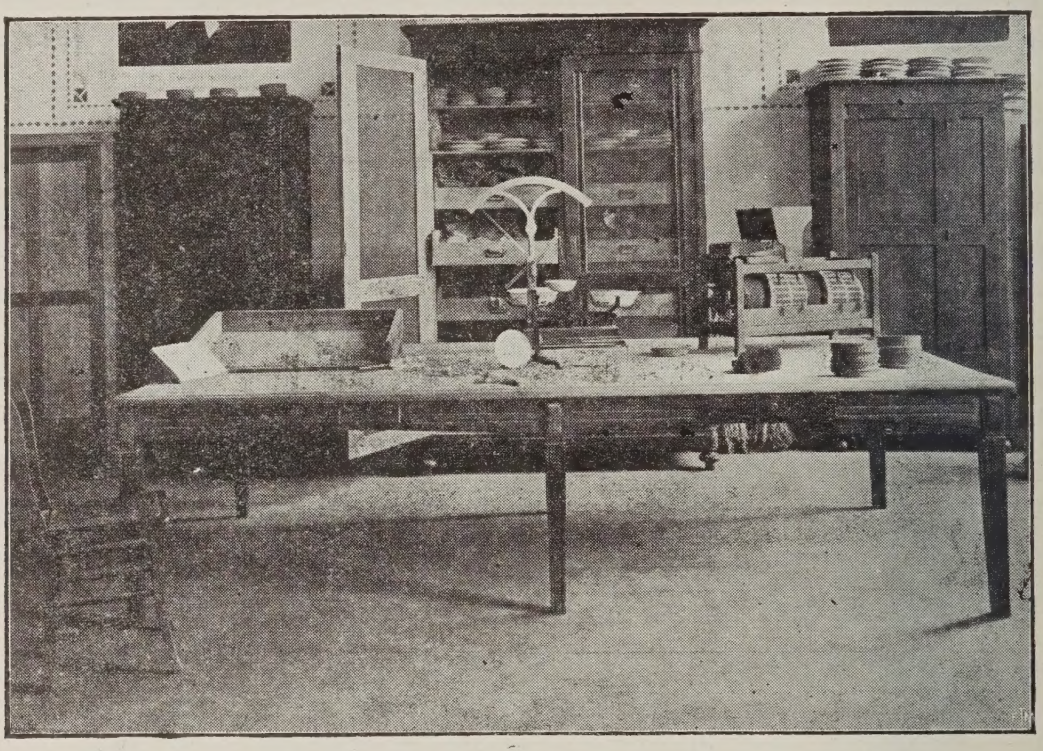


Fig. 24. — Un coin du laboratoire d'analyse; grande table, armoire treillissée, égreneur, balance de Korant, trieur miniature, assiettes en carton, etc.

est peinte en noir mat sur lequel ressort très bien la couleur des graines, des pailles et des épis.

Un autre meuble qui peut prendre place soit dans la salle d'analyse, ou mieux encore dans un local voisin, distinct, afin qu'il y soit à l'abri des poussières, est *l'armoire à graines,* (fig. 24) où l'on conserve les échantillons de toutes provenances et aussi, éventuellement, les graines que le manque de temps aurait empêché de mettre en terre à l'époque voulue, afin qu'elles y attendent le prochain semis. Nous avons fait fabriquer dans ce but une armoire de construction spéciale : les panneaux des portes et des parois latérales sont en effet supprimés et remplacés par un fort treillis galvanisé et à mailles très étroites ; elle est en outre garnie, de haut en bas, de tiroirs glissant dans des rainures et dont le fond est également remplacé par un treillis, ce qui met l'ensemble complètement à l'abri des rongeurs et assure une excellente circulation d'air. Le devant de chaque tiroir porte, en son milieu, une rainure en métal, dans laquelle on peut glisser une fiche indiquant la nature du contenu.

Avant de commencer l'exposé des méthodes d'analyse, qu'on me permette une observation générale préalable. Il y a quelque dix ou quinze ans, on donnait encore une extension beaucoup plus grande à l'examen détaillé du matériel d'amélioration et on multipliait à l'infini les études analytiques.

En outre, on utilisait pour ces déterminations un grand nombre d'istruments et d'appareils souvent assez compliqués et qui, actuellement, sont devenus, en grande partie, des articles de musée.

Je ne parlerai plus, et pour cause, de la *balance automatique de Svalof,* appareil coûteux, qui, automatiquement sélectionnait les épis coupés d'après leur poids : la sélection massale d'après le poids de l'épi a vécu et depuis longtemps c'est la touffe, l'individu entier, qui est devenu l'unité sélective.

Il y a quelques années encore, on utilisait, dans certains laboratoires allemands d'amélioration, des appareils destinés à mesurer la résistance comparée des chaumes à la rupture par pression verticale et par traction horizontale; je citerai entre autres, dans cet ordre d'idées, les *deux appareils de Kraus* : dans ces instruments, l'extrémité inférieure d'un chaume coupé, maintenue soit horizontalement soit verticalement, était enclavée entre une pince ; dans l'extrémité supérieure, on implantait un crochet auquel faisait suite une légère ficelle ; celle-ci, après avoir passé autour d'une poulie, supportait un petit plateau en aluminium qu'on chargeait successivement de poids de plus en plus grands jusqu'à la rupture du chaume. De la grandeur comparative de la charge amenant la rupture, on concluait à la plus ou moins grande résistance de la paille à la verse.

D'autres appareils analogues, où la pression sur un morceau de chaume était opérée soit au moyen d'une tige métallique verticale qu'on descendait lentement au moyen d'une petite manivelle, soit encore au moyen d'une colonne mercurielle dont on augmentait progressivement la hauteur, étaient ou sont encore utilisés, par-ci par là, même chez quelques très rares sélectionneurs commerçants.

Que certains de ces appareils ne puissent rendre quelques services dans de rares cas spéciaux, par exemple dans des déterminations d'ordre surtout scientifique, je ne veux pas le nier ; mais ils doivent, dans tous les cas, être exclus de la grande pratique sélective. Leur maniement est souvent bien trop délicat et, quand on a à analyser de multiples centaines de descendances, la perte de temps résultant de leur emploi est par trop considérable.

D'ailleurs, la verse des céréales est la résultante d'un ensemble de causes bien trop nombreuses, trop peu étudiées encore et agissant de façons trop diverses ; en outre, les conditions dans lesquelles on opère en laboratoire sur des morceaux de chaume sont bien trop différentes des causes qui agissent en pleine nature. On trouvera plus loin des données complémentaires à ce sujet.

Nous avons déjà vu que, tout spécialement pour les céréales d'hiver, il importe de simplifier le plus possible les travaux ; en effet, vu qu'on opère — ce qui est indispensable — sur un nombre considérable de descendances et que, d'autre part, on ne dispose pour l'analyse des récoltes tout au plus que de deux mois (août et septembre), il s'agit de procéder le plus rapidement possible (1).

(1) Lathouwers. — La simplification de la technique des méthodes d'analyse des céréales, aux Stations officielles d'amélioration. (XI[e] Congrès intern. d'Agric., Paris, 1923, rapports, participation belge, p. 58.)

Aussi au cours des dix premières années d'existence de la Station de Gembloux, tous nos efforts ont porté sur la simplification des opérations de sélection ; des pesées, des mensurations, certes, il en faut ; il y en a même qui sont indispensables, mais nous nous sommes imposé la règle de les limiter à ce qui est strictement nécessaire — en restant dans les bornes imposées par les bases scientifiques de l'amélioration — de les corroborer et, souvent même de les remplacer, par l'observation constante des lignées en végétation, par une étude approfondie et soigneuse sur le vivant.

C'est le champ d'essai qui est devenu le point central des travaux d'amélioration : leur base est l'observation approfondie d'un matériel le plus étendu possible, aidée par une analyse soigneuse mais spécialement limitée à ce qui est nécessaire à la détermination du facteur « rendement ».

§ 2. — Analyse des plantes-mères.

Dans le cas où le choix des plantes-mères n'a pas été effectué sur le champ, dans les parcelles d'échantillons et que toutes les touffes de ces parcelles

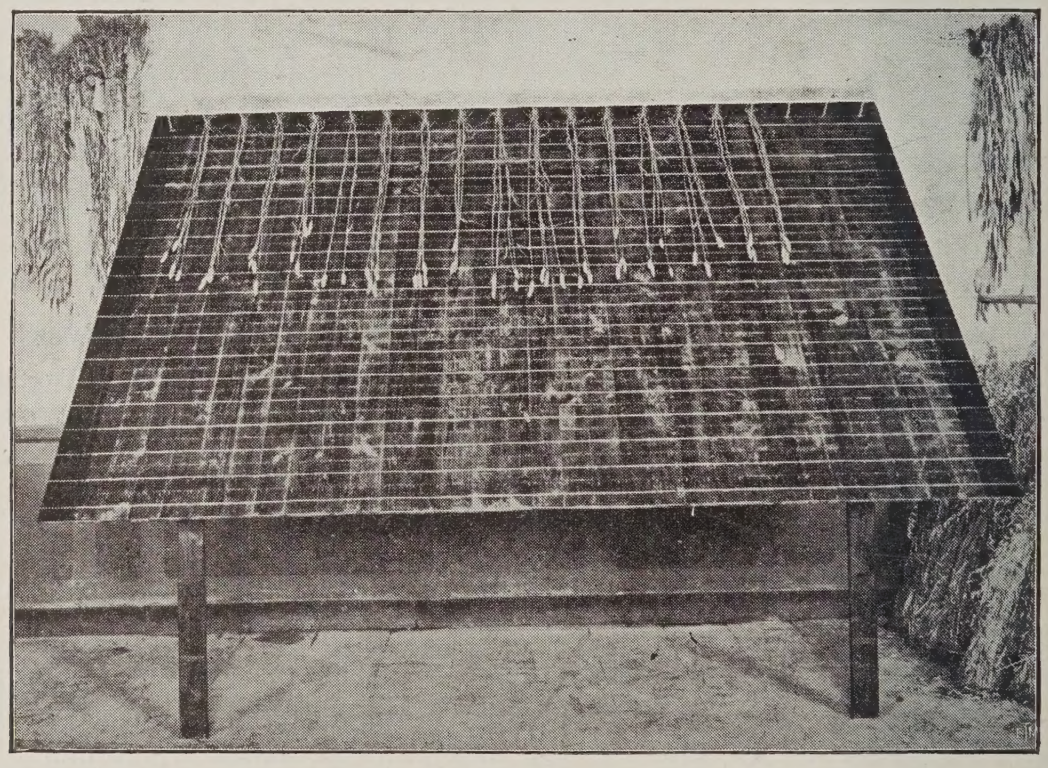


Fig. 25. — Tableau noir pour le choix des plantes-mères.

ont été arrachées et liées en gerbes, et aussi dans le cas où on a à faire à des gerbes d'origines diverses, il faudra procéder, avant cette analyse, au *choix des plantes-mères,* points de départ de sélection.

Pour cela, on étale, sur la table d'analyses, l'ensemble des touffes renseignées comme appartenant à une même variété, à un même échantillon, provenant d'une même parcelle ou d'un même champ et on examine attentivement, quoiqu'assez rapidement, chaque plante présentée par un aide : celles dont la régularité, le nombre, l'aspect, le type des épis satisfont

l'examinateur sont mises de côté. Les plantes non choisies sont mises en tas jusqu'à ce que l'ensemble soit, plus tard, battu et le grain passé à la consommation.

Il est à conseiller, après ce premier choix, qui devra être copieux, de soumettre à un examen plus attentif chacune des plantes choisies afin d'en éliminer encore celles qui sembleraient de moindre valeur.

Pour cet examen définitif nous avons construit, sur des modèles employés à diverses stations allemandes, un meuble qui, sous ce rapport, rend de réels services : il s'agit d'une espèce de grand tableau noir de 3 m. × 2 m. inclinable à volonté et appendu au moyen de charnières à une latte attachée à une des parois de la salle d'analyses. (Fig. 25).

Toutes les touffes qu'un premier choix a isolées dans une parcelle d'échantillons ou dans une gerbe envoyée sont suspendues, côte à côte, au moyen de leurs nœuds de tallement, à de longues pointes clouées en une ligne horizontale à la partie supérieure du tableau; des traits, blancs et épais pour les décimètres, plus minces pour les demi-décimètres et rouges pour le mètre et le double-mètre, permettent de juger d'un coup d'œil rapide la longueur comparative des chaumes. La couleur plus ou moins claire des épis et des pailles ressort très bien sur le fond sombre du tableau et, par cette opposition, on se rend facilement compte de la conformation des touffes, de l'aspect des épis et de leur régularité.

Le choix définitif des plantes-mères étant effectué on passe à leur analyse. Estimant que le meilleur jugement de leur valeur consiste dans l'étude de leur descendance, je suis d'avis qu'on peut limiter cette analyse aux déterminations que l'on trouvera dans le tableau ci-dessous.

ANALYSE DES PLANTES-MÈRES. — (*Extrait du registre d'analyses de la Section d'Amélioration de Gembloux*).

Numéro de l'échantillon 1	Nom sous lequel l'échantillon a été envoyé 2	N° généalogique de la plante-mère choisie 3	Paille Longueur moyenne 4	Epis ou panicules			Graines			Observations 11
				Couleur des glumelles 5	Forme-type 6	Densité moyenne 7	Couleur 8	Forme 9	Poids de 100 graines 10	

Voici quelques détails concernant les divers points sur lesquels porte cette analyse :

Colone 1 : *Numéro de l'échantillon.*

Aussitôt qu'un échantillon de graines ou de plantes entre à la station, il reçoit un numéro et est inscrit dans un registre *ad hoc* (voir § 7) où les numéros se suivent au fur et à mesure des entrées.

Colonne 2. *Nom sous lequel l'échantillon a été envoyé.*

Le nom donné par l'expéditeur est enregistré, si même ce nom est attribué erronément à la sorte, quitte à rectifier plus tard, dans la colonne 11 : Observations.

Colonne 3. *Numéro généalogique de la plante-mère choisie.*

Ces numéros sont attribués aux plantes-mères au fur et à mesure de leur choix et n'ont aucune relation avec les numéros des échantillons. Chaque lignée conservera son numéro à travers toute la série des générations se succédant depuis la plante-mère jusqu'aux grandes multiplications; c'est là la façon la plus simple pour fixer l'état-civil des descendances : toutefois son utilisation n'est possible que si l'on emploie la méthode simplifiée d'amélioration esquissée dans ce travail.

Les numéros généalogiques affectés aux plantes-mères choisies dans chaque parcelle à échantillons sont inscrits dans la colonne qui leur est réservée dans le registre dont il est question ci-dessus.

Faisons remarquer qu'afin de prévenir toute confusion avec des nombres quelconques, il est à conseiller, à l'instar de ce qui se fait à Svalof, de faire précéder tout numéro généalogique d'un zéro.

Colonne 4 : *Longueur moyenne de la paille.*

La longueur moyenne des chaumes de chaque plante-mère se mesure avec une approximation pratiquement suffisante en déposant un double-mètre le long de la touffe et en estimant à l'œil la longueur moyenne de l'ensemble des chaumes.

Colonne 5 : *Couleur des glumelles.*

En cas d'épillets colorés (roux, bruns, etc.) en indiquer la nuance approximative, ne ranger parmi les épilets blancs que ceux qui sont franchement de cette couleur. Avant que l'expérience nécessaire ait fait acquérir l'acuité nécessaire du coup d'œil, il arrive assez souvent qu'on range parmi les épillets blancs des épillets colorés, mais dont le facteur « coloration » est excessivement dilué. Le degré de coloration oscille d'ailleurs souvent dans certaines limites, sous l'influence des conditions climatériques (chaleur, insolation, humidité).

Colonne 6 : *Forme et type de l'épi ou de la panicule.*

Voir des indications plus détaillées concernant la forme des inflorescences chez les diverses céréales dans la troisième partie de cet ouvrage. Nous y indiquons les divers types, entre lesquels les sélectionneurs systématiciens (Ecole de Svalof, surtout) ont réparti toutes les formes d'épis ou de panicules existant en culture.

Qu'on me permette cependant, à ce sujet, une observation : il y a quelques années Ohlmer, avait imaginé, pour identifier les épis des diverses sortes de froment, un système assez complexe de mensurations ayant pour but d'en déterminer la forme et le contour. On trouvera des détails à ce sujet dans une monographie sur le froment récemment rééditée par M. Denaiffe-Sirodot,

à Carignan (France), qui préconise, lui aussi, ce schéma d'Ohlmer pour l'identification des variétés de blés.

Je ne suis nullement partisan de ressusciter, dans la pratique de l'amélioration, la formule du professeur allemand, formule qui d'ailleurs n'a pas été adoptée par la quasi généralité des sélectionneurs et des généticistes étrangers. Tout d'abord, son emploi nécessite divers mensurations et comptages ainsi que de multiples reports sur papier millimétrique, d'où une grande perte de temps quand il s'agit d'appliquer cette méthode à un grand nombre de descendances; ensuite, la forme de l'épi est tellement sous la dépendance de l'allure climatérique de l'année qu'il est impossible de la renfermer dans les limites étroites d'un schéma graphique.

En établissant cette formule annuellement pour les épis d'une même lignée pure et cela pendant quelques années, on s'apercevra, certaines années, quand par exemple des périodes d'humidité ont succédé, au moment de la formation et du développement de l'épi, à des sécheresses prolongées ou encore, quand un hiver rigoureux, ayant considérablemnt éclairci les emblavements, a provoqué un tallement exagéré et, par le fait même, une déformation des épis, on s'apercevra, dis-je, que les divers schéma sont tellement dissemblables qu'on pourrait les rapporter non seulement à des lignées mais même à des variétés différentes. (Fig. 26).

Colonne 7 : *Densité moyenne des épis.*

La densité de l'épi est une donnée à laquelle on a — et avec raison — attaché une grande importance dans l'identification des lignées; il s'agit, en effet, ici, d'un caractère extérieur qui, dans des limites assez étroites et dans des circonstances normales de milieu, se montre franchement caractéristique et héréditairement transmissible à la descendance de chaque plante-mère.

Mais, avant d'approfondir encore quelque peu ce sujet, disons tout d'abord ce qu'on entend par ces densités.

Pour toutes les céréales à épis (froment, seigle, orge), on distingue deux densités : la *densité en étages d'épillets* (D) et la *densité en graines* (d).

a) D = nombre d'étages d'épillets ou de paliers sur 0 m. 10 de rachis (axe) d'épi; cette densité se mesure par le rapport suivant :

$$\frac{\text{Nombre d'étages d'épillets} \times 10}{\text{Longueur d'axe de l'épi.}}$$

Pour déterminer D, on mesure la longueur de l'axe le long d'un double décimètre, à partir du premier palier inférieur, qu'il soit stérile ou non, jusqu'au palier extrême ou place d'implantation du dernier étage d'épillets; on compte ensuite le nombre de ces étages, encore un fois étages stériles compris; on divise les deux données l'une par l'autre et on multiplie le quotient par 10.

Pour aider à l'exécution rapide de ces déterminations, nous utilisons une *simple règle à calculer, combinée avec un calibreur*; au zéro de l'échelle

(1) Denaiffe et Sirodot. — *Les blés cultivés*. 2 éd. p. 11 (sans adresse d'éditeur et sans date).

millimétrique fixe est adaptée une pointe en aluminium et un index identique prolonge la ligne médiane du curseur. Au moyen de ces deux repères, on mesure la longueur de l'axe tel qu'il a été dit plus haut; on lit cette longueur sur l'échelle millimétrique, sous la ligne médiane du curseur et on la porte au moyen de ce dernier sur l'échelle inférieure de la règle; après quoi on détermine le nombre total d'étages, y compris les stériles et ceux qui seraient tombés accidentellement; au moyen de l'échelle mobile, on met ce dernier chiffre (nombre d'étages) en regard du premier (longueur de l'axe) et, sur l'échelle inférieure, on lit directement le quotient en regard du 1 de l'échelle mobile. Avec un peu d'habitude, cette petite opération se fait très rapidement.

On pourrait aussi établir, une fois pour toutes, un tableau ayant en ordonnées une série complète de longueurs d'axe (par exemple de 0.05 m. à 0.14 m. pour le froment et l'orge, de 0.10 m. à 0.20 m. pour le seigle) et en abscisses, le nombre d'étages (respectivement de 15 à 45 et de 25 à 59); le quotient multiplié par 10 (soit D) se lira à la rencontre des deux perpendiculaires partant de ces valeurs.

Blaringhem (1) a établi un graphique permettant aussi de déterminer rapidement la densité.

b) d = nombre de graines sur 0.10 m. de longueur d'axe, soit :

$$\frac{\text{Nombre de graines} \times 10}{\text{Longueur d'axe de l'épi}}$$

Somme toute, D et *d* ne font que se corroborer : plus D sera grand, plus grand sera aussi généralement *d*; mais *d* nous renseigne en outre sur le nombre de graines par épillet et sur le degré de la lacunosité ou nombre d'épillets partiellement ou totalement stériles.

Chez l'avoine, céréale dont l'inflorescence est une panicule et non plus un épi, diverses densités peuvent être établies : la densité en étages d'axes secondaires, en axes secondaires, en épillets et en graines, c'est-à-dire respectivement le nombre d'étages, d'axes secondaires, d'épillets et de graines sur 0 m. 20 d'axe : c'est cette dernière longueur qui est ordinairement choisie pour cette céréale à cause de la plus grande hauteur de son inflorescence.

J'ai dit plus haut que la compacité des épis était une caractéristique importante des lignées et j'ajoutais « dans des limites assez étroites et dans des circonstances normales de milieu ».

Comme pour tous les caractères quantitatifs, la variabilité fluctuante exerce ici aussi son influence. Les deux tableaux de la page 103 renseignent quelques écarts de densité entre épis d'une même plante-mère et entre plantes-mères d'une même variété.

Mais il y a plus : la valeur absolue de la densité de l'épi peut varier, pour une même lignée pure, d'une année à une autre, d'après les allures climatériques. Un exemple vraiment frappant démontrera l'existence de ce fait,

(1) Blaringhem. *L'Amélioration des crus d'orge de brasserie,* p. 152. Paris, 1910.

TABLEAU indiquant quelques écarts de densité (D) entre épis d'une même plante-mère.

Nom de la Variété	Plante-mère	N° des épis	Longueur de l'axe des épis	Nombre d'étages d'épillets	Densité de chaque épi	Densité moyenne	Différences
			cm.				
Soleil de Svalöf	A	1	7.5	25	33.3		+ 1 0
		2	7.5	26	34.7		+ 2.4
		3	7.7	25	32.5		+ 0.2
		4	8.7	26	29.9		— 2.4
		5	9.0	27	30.0	32.3	— 2.3
		6	7.6	25	32.9		+ 0.6
		7	8 1	27	33.4		+ 1.1
		8	8.3	26	31.3		— 1.0
		9	8.0	26	32.5		+ 0.3
Bordier	B	1	11.1	22	19.8		+ 0.5
		2	11.4	22	19.2		— 0.1
		3	11.1	22	19.8		+ 0.5
		4	12.4	23	18.5	19.3	— 0.8
		5	10.3	21	20.4		+ 1.1
		6	12.6	24	19.0		— 0.3
		7	13 0	24	18.4		— 0.9
Squarehead de Rimpau	D	1	8.0	25	31.3		— 0.5
		2	7.7	26	33.8		+ 2.0
		3	7.8	25	32.1	31.8	+ 0.3
		4	8.2	25	30.5		— 1.3
		5	7.6	25	32.9		+ 1.1
		6	8.6	26	30.2		— 1.6

TABLEAU donnant quelques différences de densité (D) entre plantes-mères d'une même variété.

Nom de la variété	N° des plantes-mères	Densité moyenne des épis de chaque plante-mère	Densité moyenne pour la variété	Différences
Bordier (Vilmorin)	A	18.1	19.4	— 1.3
	B	19.3		— 0.1
	C	19.3		— 0.1
	D	21.0		+ 1.6
Grenadier (Svalöf)	A	30.6	30.5	+ 0.1
	B	30.5		—
	C	30.4		— 0.1
	D	30.5		—
Bon Fermier (Vilmorin)	A	19.9	22.3	— 2.4
	B	22.3		—
	C	22.9		+ 0.6
	D	24.1		+ 1.8
Soleil (Svalöf)	A	32.3	33.3	— 1.0
	B	31.7		— 1.6
	C	34.3		+ 1.0
	D	34.8		+ 1.5
Squarehead de Rimpau	A	29.7	30.4	— 0.7
	B	30.2		— 0.2
	C	29.7		— 0.7
	D	31.8		+ 1.4

reconnu aussi par l'américain Percival dans sa magistrale étude monographique du froment (1).

En 1921 nous avons observé que la compacité des épis, pour toutes les lignées en observation, était inférieure, de 4.2 en moyenne à celle de 1920. Quelle interprétation convenait-il à donner à ce phénomène ? Tout d'abord il fallait absolument écarter la possibilité d'une erreur ou d'un changement de méthode dans le calcul de D : en 1921, tout comme en 1920, on avait pris au hasard 25 épis dans chaque lignée et on en avait déterminé la longueur d'axe depuis la base du premier épillet inférieur, stérile ou non, jusqu'à celle du dernier épillet du sommet; dans le nombre d'étages on avait compris tous les épillets stériles.

Fig. 26. — Modifications profondes provoquées dans les types d'épis chez une lignée pure de froment, par suite d'exagération du tallement.

D'ailleurs, cette diminution de la densité, en 1921, était corroborée par le phénomène inverse, généralement corrélatif avec la compacité, c'est-à-dire par l'augmentation générale du poids de 1000 graines.

En examinant les deux constituantes de D, on pouvait voir que cette diminution de la compacité était due, en très grande partie, à l'allongement de l'axe des épis, allongement qui fut général, et qui atteignait en moyenne 1 cm. Cette augmentation de la longueur des entrenœuds de l'épi provenait du fait qu'après une longue période de sécheresse, l'apport subit, par temps chaud, d'une quantité abondante d'eau, provoqua une élongation brusque des tissus jeunes de l'épi, encore en formation dans la gaîne.

Nous avons vu plus haut que, dans certaines circonstances anormales, par exemple lors de l'exagération du tallement à la suite de vides provoqués par

(1) Percival. — *The wheat plant. A monograph.*, p. 160-161. Londres, 1921.

des froids très rigoureux ou de toute autre cause, l'aspect typique de l'épi pouvait changer considérablement : il est évident que, dans ces circonstances, la densité elle-même se modifie souvent très sensiblement à l'intérieur d'une lignée pure. Cette modification peut être tellement profonde qu'on croirait souvent avoir à faire à deux sortes différentes. (Fig. 26).

Colonne 8 : *Couleur des graines.*

Exemple : pour le froment : Blanc, jaune, roux foncé, roux pâle, rouge brun, rouge saumon; pour l'avoine : blanc, jaune pâle, jaune d'or, gris, noir; pour

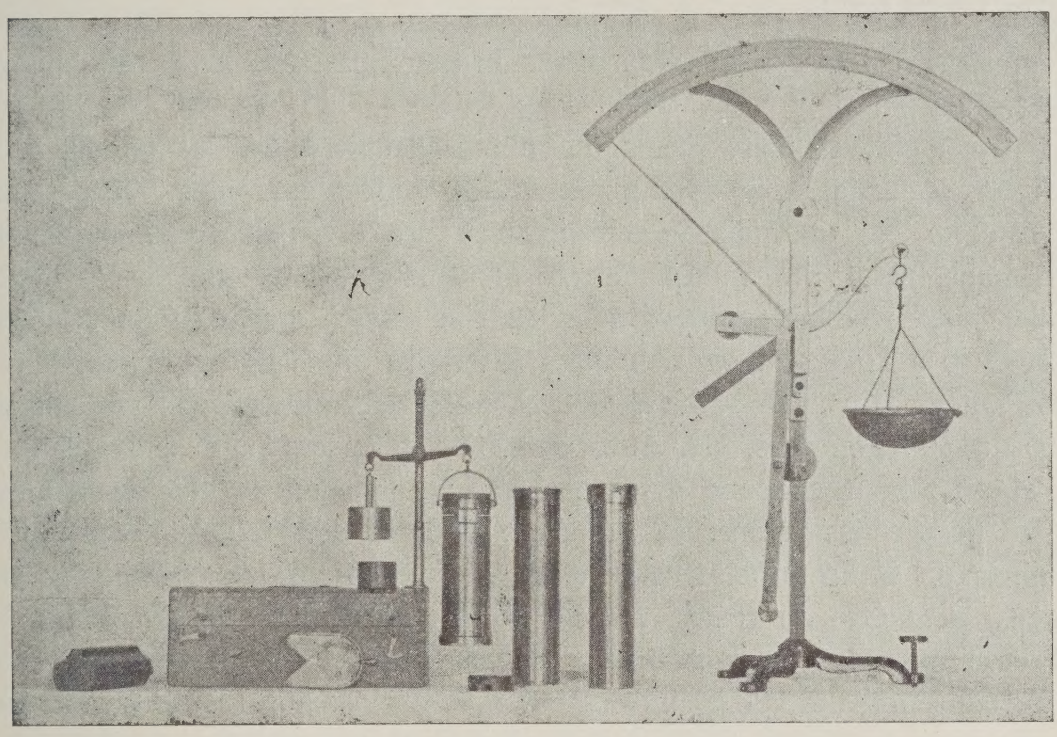


Fig. 27. — A droite, balance de Korant; à gauche, appareil pour la détermination du poids du quart de litre de semences.

l'orge : blanc, jaune pâle, jaune paille; pour le seigle : brun pâle, brun foncé, verdâtre.

Colonne 9 : *Forme des graines.*

Graines courtes, longues, ventrues, maigres, aplaties latéralement, à rides dorsales, etc.

Colonne 10 : *Poids de* 100 *graines.*

On compte cent graines au fur et à mesure qu'elles se présentent, sans faire de choix, et on les pèse. La détermination du poids de 100 graines et, dans les générations ultérieures, celle du poids de 1000 graines, sont d'excellentes données comparatives pour la fixation du rendement en même temps que le nombre de graines par touffe.

Il existe un grand nombre d'appareils divers pour effectuer les pesées de petites quantités de graines : balances de tous formats et de toutes formes. Ce qu'il faut demander à ces appareils, c'est d'opérer avec une sensibilité et une exactitude suffisantes et en même temps avec une appréciable rapidité. J'ai vu employer, pour effectuer ces pesées, des trébuchets dont un des plateaux avait reçu une transformation en vue de l'adapter également à la pesée d'épis ou de paille : au point de vue de l'exactitude des opérations, le trébuchet est naturellement l'appareil indiqué; je ne puis cependant en recommander l'emploi dans le cas présent, où il est pour ainsi dire inutilisable : on perd bien trop de temps à manipuler les poids et à attendre la mise en équilibre des fléaux, surtout quand ces opérations doivent être répétées quelques centaines de fois; de plus, il faut une personne expérimentée, bien au courant du maniement d'une balance de précision pour effectuer les pesées au moyen de cet appareil.

Un des meilleurs instruments qu'on puisse utiliser est la balance à index et triple cadran, appelée dans les laboratoires de sélection « *Balance de Korant* » (Fig. 27) du nom de son constructeur. Cet instrument rapide et de maniement très facile, indique directement le poids au moyen d'une longue aiguille-index se mouvant devant un cadran à triple graduation : la première allant de 0 à 30 grammes, avec approximation au décigramme, la deuxième, s'étendant de 0 à 150 grammes et la troisième étant utilisée pour les pesées de 150 à 300 grammes. Un ensemble de trois leviers permet la mise à zéro de l'aiguille pour chacune des trois graduations; une sébille en aluminium sert au pesage des graines et des épis; pour la détermination du poids des chaumes, on utilise une nacelle allongée qui, en vue du pesage de touffes entières, peut être remplacée par un large triangle en gros fils d'aluminium, portant deux crochets assez distancés, dans lesquels on dépose la plante.

Si le comptage des 100 graines est effectué par des enfants, il est à conseiller, afin d'assurer le mieux possible l'exactitude de l'opération, soit de leur faire faire 10 petits tas de 10 graines, soit de faire peser 2 lots de 50 graines chacun : s'il y a des écarts appréciables entre les deux poids, il est quasi certain qu'il doit y avoir eu erreur dans le comptage et il faudra recommencer.

Si on voulait être encore plus complet, on pourrait intercaler entre les colonnes 4 et 5 la mention : *Nombre d'épis* ou *Nombre de bonnes talles.*

Le « tallage » ou « tallement » (nombre de chaumes par touffe) est encore un des éléments de l'analyse sur l'opportunité de la détermination duquel on peut discuter. Le fait que ce caractère est fortement sous la dépendance de la variabilité fluctuante, c'est-à-dire des influences de station et de milieu, diminue considérablement l'importance du tallage considéré comme facteur d'analyse.

Cependant, la faculté de taller peu ou beaucoup est l'apanage de certaines variétés et un certain degré moyen de tallage peut être un caractère héréditairement transmissible à l'intérieur d'une lignée et intervenir, par conséquent, comme facteur du rendement, au même titre que le nombre de graines par épi et le poids de 100 ou 1000 graines.

Enfin, entre les colonnes 9 et 10, on peut introduire la rubrique : « *Nombre moyen de graines par épi* ».

Nous avons limité les indications du tableau de la page 105 presqu'exclusivement aux caractères descriptifs extérieurs des plantes-mères. Nous avons, en effet, à faire à une plante unique, qui peut avoir été, à un degré plus ou moins fort, sous la dépendance de la petite variabilité : ce sera surtout au cours des générations suivantes qu'il nous sera loisible d'étudier à fond les différents facteurs du rendement.

§ 3. — Analyse de la récolte des parcelles d'élites I.

On commence par éliminer de l'amélioration, et cela avant toute analyse, les lignées qui se sont montrées tout à fait inférieures au cours de leur végétation, soit par leur peu de résistance aux intempéries d'un hiver normal, soit par leur susceptibilité toute spéciale vis-à-vis de certaines maladies.

Néanmoins, si certaines indications laissaient supposer que de vraies qualités d'un autre ordre accompagnent, chez quelques lignées, les défauts enregistrés, ou encore si l'année a été caractérisée par des intempéries absolument anormales (hiver extraordinairement rigoureux, humidité ou sécheresse excessives, développement général de certaines maladies), on pourrait conserver certaines descendances malgré les défauts qu'elles auraient manifesté pendant la végétation, soit pour en continuer l'observation durant quelques années encore soit afin de les utiliser comme géniteurs dans des croisements artificiels.

Voici la série des opérations telles qu'elles s'effectuent actuellement à la Station de Gembloux, après de multiples simplifications introduites au bout de plusieurs années de pratique sélective.

Dans chaque ensemble de touffes provenant d'une plante-mère (lignée pure) :

1° *Elimination* d'un certain pourcentage de descendances d'après les observations faites au jardin d'amélioration au cours de l'année.

2° Choix, au coup d'œil, sans analyse, de *deux nouvelles élites I* dans chaque descendance maintenue en amélioration.

Nous avons vu, en étudiant les méthodes d'amélioration, que dans la méthode dite « de haute amélioration, par séparation de lignées pures, avec choix annuellement répété d'une certain nombre d'élites », on rechoisissait, chaque année, plusieurs nouvelles élites de première génération, afin de suivre le développement ultérieur de quelques ramifications issues des souches primitives, dans le but d'avoir ainsi continuellement sous la main un matériel d'étude provenant de la plante-mère originelle et aussi afin de déceler facilement des variations brusques ou mutations qui, éventuellement, pourraient se produire à l'intérieur des lignées.

Jugeant que les cas de mutation sont plutôt rares et que cette rareté se complique encore du fait que toute mutation ne se fait pas nécessairement dans le sens d'une amélioration, nous basant sur la règle que, dans des plantes à autogamie presqu'exclusive — qui nous intéressent surtout ici — tous les individus issus de la plante-mère génétiquement pure ont, à n'importe quelle génération, les mêmes caractères, qualités ou défauts, de la plante qui a servi

Extrait du registre d'ana

Numéro généalogique des lignées	Nombre de graines plantées	Nombre de touffes récoltées	% de déchet	Nombre de tiges	Tallement moyen	Longueur moyenne de la paille	Poids moyen de 0,35 m. de paille	POIDS								
								total de la récolte	de la paille	des épis	des balles plus rachis	de la paille plus les balles plus les rachis	du grain	du grain par touffe récoltée	du grain par 10 lignes	de 1000 graines
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
						c/m	gr.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	gr.	Kg.	gr.
01	200	67	66	689	10.3	120	1.5	4.227	2.250	1.977	0.397	2.647	1.580	23.6	1.580	55.6
02	200	73	63	735	10.0	125	1.5	4.517	2.400	2.117	0.467	2.867	1.650	22.6	1.650	53.8
03	160	69	57	650	9.4	120	1.3	3.737	2.050	1.687	0.338	2.388	1.349	19.7	1.686	55.6
04	160	84	48	583	7.0	120	1.1	3.410	1.740	1.670	0.360	1.100	1.310	15.6	1.640	54.4
05	160	85	47	660	7.7	125	1.3	4.007	2.135	1.872	0.393	2.528	1.479	17.4	1.850	55.7
06	160	47	71	400	8.5	110	1.4	2.526	1.260	1.266	0.286	1.546	0.980	20.9	1.225	56.4

de point de départ, ne désirant pas en outre compliquer inutilement les opérations et augmenter sans nécessité la main-d'œuvre, nous ne choisissons, annuellement, plus que deux nouvelles élites; l'une d'elles est égrenée à la main et les graines triées sont resemées sur une parcelle d'élites de première génération, tandis que la deuxième touffe choisie est mise en réserve pour le cas où un accident quelconque viendrait détruire la récolte de la première.

Les graines sont soumises à un *triage,* c'est-à-dire que l'on écarte les semences cassées, recroquevillées ou trop petites et on conserve la bonne semence, en attendant le semis, dans de petits *sachets à échantillons* sur lesquels on inscrit à l'encre ou au crayon noir (jamais utiliser le crayon à l'aniline), le numéro de la lignée ainsi que le nombre de lignes à semer, calculées, d'après notre méthode, à raison de 20 graines par ligne. On peut employer aussi *des assiettes légères en carton,* blanches ou bleutées (cette dernière coloration fait encore mieux ressortir la couleur du grain), rondes ou rectangulaires à angles arrondis, de diverses grandeurs, telles qu'on les trouve aux expositions de produits agricoles ou horticoles. Ces assiettes sont pratiques, en ce sens qu'elles sont très légères et que, pouvant être empilées les unes sur les autres, elles prennent peu de place; d'autre part, de par cette légèreté même, elles peuvent être facilement renversées, provoquant ainsi des mélanges et des pertes de graines : leur emploi doit donc s'accompagner de beaucoup de prudence.

4. Analyse des restes d'élites.

Le tableau ci-dessus renseigne tous les points sur lesquels portera cette analyse.

es (Froment d'hiver, récolte de 1921.)

tion d'amélioration de Gembloux.

POUR 20 ÉPIS				ÉPI		GRAIN			MALADIES		RÉSISTANCE à		OBSERVATIONS
Nombre moyen d'étages	Longueur moyenne de l'axe	D	Nombre moyen d'étages stériles	Couleur	Forme	Couleur	Forme	Verse	Nature	Intensité de l'attaque	l'hiver	la sécheresse	
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
	c/m												
25.0	7.8	32.1	2.2	Blanc	Squarehead	Roux	Normale	0	Puccinia glumarum rouille jaune	1	Mauvaise	Bonne	Epi légèrement en massue
25.0	7.6	32.9	2.4	id.	id.	id.	id.	0	id.	2-3	id.	id.	id.
24.6	7.5	32.4	2.2	id.	id.	id.	id.	1-2	id.	1	Médiocre	id.	id.
24.2	7.5	32.3	2.1	id.	id.	id.	id.	1-2	id.	1	Moyenne	id.	id.
24.6	7.7	31.9	2.3	id.	id.	id.	id.	0	id.	1	id.	id.	id.
25.1	8.0	31.4	1.7	id.	id.	id.	id.	0	id.	0	Mauvaise	id.	id.

Colonne 1 : *Numéro généalogique des lignées.* — Voire observation page 106.

Colonne 3 : *Nombre de touffes récoltées.*

Première opération: Comptage du nombre de touffes récoltées par lignée. Consulter sur la fiche respective du livre des champs le nombre de gerbes récoltées pour chaque lignée, afin de ne pas en oublier lors du dénombrement des touffes et devoir recommencer plus tard l'analyse et changer les résultats déjà inscrits. Si l'on rencontre par-ci par-là quelques pailles rompues au collet, les compter pour une touffe, si on est moralement certain qu'elles forment un ensemble.

Colonne N° 4 : *Pour cent de déchets.* — Ce pourcentage est à calculer d'après les colonnes 2 et 3.

Colonne N° 5 : *Nombre de tiges.*

Deuxième opération: Au moyen d'un bon sécateur, à fortes machoires, couper le plus régulièrement possible les racines au collet et compter le nombre de chaumes, en négligeant les repousses encore vertes, sans épi ou à épi mal formé. Comme ce nombre de pailles est assez élevé, il est à conseiller de faire exécuter cette opération par deux ou trois ouvrières, qui se partageront le lot et qui additionneront leurs résultats. Recommander le plus de soin possible pour exécuter ce comptage.

Colonne N° 6 : *Tallement moyen.* — Celui-ci est à calculer d'après les données des colonnes 3 et 5.

Troisième opération: Pesage des pailles avec les épis. Il peut s'effectuer sur une bonne bascule à curseur, ce qui accélèrera la besogne, ou sur le plateau plat d'une Roberval, après avoir lié en gerbes le matériel à peser.

Incidemment, qu'il me soit permis de préconiser, outre la balance de Korant, pour les touffes isolées et les petites quantités de graines, et une bascule à curseur pour les grosses gerbes et les grandes quantités de semences, l'usage d'une Robervale spéciale avec, d'un côté, un jeu de plateaux interchangeables : plateau plat, ordinaire, plateau à assez haut rebord, plateau à 3 ou 4 montants réunis par du fort fil de cuivre, enfin plateau à berceau en fort fil métallique pour le pesage des petites gerbes.

Colonnes N^{os} 10 et 11 : *Poids de la paille. — Poids des épis.*

Quatrième opération: Enlèvement des épis à coups de ciseaux, et pesage des épis à la Roberval; calcul du poids de la paille par différence entre le poids total et le poids des épis.

Observation : les coups de ciseaux, tout en étant rapides, doivent se faire le plus près possible du palier inférieur de l'épi, que ce palier porte ou non un épillet fertile ou stérile.

Colonne 12 : *Poids des balles et des rachis.*
Cette donnée est égale à la différence : colonne 11 — colonne 14.

Colonne 13 : *Poids de la paille, plus balles et rachis.*
Addition des colonnes 10 et 12.

Colonne N° 7 : *Longueur moyenne de la paille.*

Cinquième opération: Détermination, au moyen d'un double mètre, de la longueur moyenne de la paille sur une petite botte de chaumes prélevés, sans choisir, dans la récolte.

Colonne N° 8 : *Poids moyen de* 0.35 *m. de paille prélevée à partir de l'extrémité inférieure du chaume.*

Sixième opération: On prélève 25 chaumes au hasard et, à coups de ciseaux, on coupe, à chaque paille, un morceau de 0.35 m. de longueur prise à partir de la base.

Cette détermination pourrait constituer une donnée plus ou moins pratique pour mesurer la résistance à la verse de la lignée en cause.

Cette question de la verse a déjà été envisagée par nous plus haut; nous étions arrivés à la conclusion que le seul moyen d'étudier celle-ci était l'observation de la façon dont se comportent les descendances en multiplication au cours de leur végétation. Je pense cependant qu'il existe certaines déterminations qui, au laboratoire, puissent nous fixer quelque peu concernant la force de résistance plus ou moins grande d'un chaume; l'anatomie des tiges des Graminées nous apprend, en effet, que les faisceaux libéro-ligneux (ilots de tubes dont les uns conduisent aux feuilles, organes de transformation, les solutions nutritives absorbées par les radicelles et dont les autres répartissent

aux divers points d'utilisation la sève ainsi rendue directement absorbable) sont entourés de gaînes fibreuses, formées de cellules de soutien à parois fortement lignifiées; plus il y aura de ces faisceaux, plus grande sera la résistance de la tige à la rupture vis-à-vis d'une pression qui y serait exercée.

Nous possédons donc dans l'examen comparatif de coupes microscopiques faites dans des chaumes à 2-3 niveaux toujours les mêmes, chez quelques touffes choisies dans les diverses lignées en sélection, un moyen de déterminer le nombre et l'importance des masses de soutien. Des essais de ce genre, commencés vers 1917, au laboratoire de la Station de Gembloux, avaient montré qu'il y a des différences bien établies, sous ce rapport, entre diverses variétés de froment, différences pouvant être en corrélation avec une plus ou moins grande résistance de ces sortes à la verse. Malheureusement, à la suite de circonstances indépendantes de leur volonté, les expérimentateurs n'ont pu continuer les essais.

En tout cas, cette étude microscopique comparative d'un vaste matériel prélevé dans les parcelles d'un jardin d'amélioration, étude qui malheureusement n'est pas de la compétence de n'importe quel sélectionneur, mériterait d'être reprise, dans les conditions voulues de continuité, au laboratoire d'une Station de sélection.

Une autre méthode — et c'est celle-là que nous envisageons ci-dessus dans notre analyse — peut déterminer, dans certaines limites d'exactitude, la force de résistance des chaumes : il s'agit de la pesée d'une certaine longueur (0.35 m. à 0.50 m. par exemple) de paille prélevée à une des extrémités du chaume, de préférence à la base.

Cette méthode repose sur le principe suivant : la force de résistance est en rapport corrélatif direct avec le nombre et l'importance des îlots de soutien de la tige; or, ces masses de soutien étant formées de cellules à parois lignifiées, sont plus lourdes que les autres tissus constitutifs de l'organe; le poids d'une même longueur de chaume devra donc être d'autant plus élevé que ces amas servant de soutènement sont plus nombreux et que la force de résistance de la tige à la courbure et à la rupture est plus grande.

Cette détermination, tout sélectionneur intelligent est en mesure de la faire : elle n'exige qu'un certain nombre de pesées patientes au moyen d'un appareil bien réglé.

Cependant, et l'examen anatomique des tiges et la détermination du poids d'une certaine longueur de chaume ne peuvent être que des adjuvants, l'unique moyen facile, péremptoire celui-là, d'étudier comparativement les lignées au point de vue de leur plus ou moins grande résistance à la verse, restant toujours l'*observation en plein champ*.

Nous savons que l'étude comparative des descendances se continue au moins pendant 6-7 ans avant que telle ou telle sorte méritoire ne soit répandue dans la culture : parcelles d'échantillons pour le choix de plantes-mères, élites de première et de seconde générations, essais comparatifs, petites et grandes multiplications, essais régionaux sont autant d'étapes avant la diffusion d'une nouveauté améliorée.

Pendant ce laps de temps, le technicien aura des occasions répétées pour

étudier ses sortes au point de vue spécial qui nous occupe ici : peu d'années se présenteront au cours desquelles il n'aura pas à enregistrer, durant les mois précédant la récolte, soit des orages locaux accompagnés de soudaines et fortes averses et de coups de vent violents.

Observer, à l'occasion de ces périodes défavorables, quelles sont, parmi ses multiples parcelles, celles dont les chaumes auront résisté à l'action simultanée du vent et de la pluie et celles qui, au contraire, auront subi, à un degré plus ou moins intense, l'action nocive de ces agents atmosphériques en montrant une verse plus ou moins prononcée, ce ne sera qu'un jeu pour le sélectionneur attentif, et ce sera là un criterium autrement probant que toutes les déterminations faites au laboratoire.

Encore faudra-t-il cependant qu'on discute, à ce point de vue spécial, les observations faites : le peu de résistance de telle ou telle lignée vis-à-vis de la verse ne sera établie d'une façon décisive que dans le cas où la totalité des touffes de la parcelle en cause sera plus ou moins inclinée vers la terre, alors que d'autres parcelles voisines sont restées indemnes de tout fléchissement.

Pour une parcelle déterminée, c'est surtout la généralisation de tel ou tel degré de verse qui importe; il arrive, en effet, fréquemment, qu'on observe, à l'intérieur d'une même parcelle, des traînées ou des îlots épars où les plantes sont versées alors que d'autres parties du même ensemble sont restées droites. Ce phénomène indique, presque toujours, l'action d'un coup de vent violent, agissant en tourbillon, action à laquelle aucune sorte, si résistante que soit sa paille, ne résiste. Souvent même la partie ainsi versée affecte deux lignées voisines, dont la plus grande partie des touffes est restée indemne. Dans ces cas spéciaux, on ne saurait tirer de conclusions certaines au sujet de la force de résistance des lignées ainsi atteintes.

Colonnes 20, 21 et 22 : *Nombre moyen d'étages, longueur moyenne des axes d'épi et densité moyenne, le tout pour 20 épis.*

Septième opération: Détermination de la densité moyenne des épis.

Ne pouvant déterminer la densité individuelle dans un ensemble de plus de 500 épis, on prend au hasard 20 ou 25 épis sans faire aucun choix voulu de grands ou de petits et on en détermine la densité (Voir page 107); on aura soin d'enregistrer le nombre moyen des étages, la longueur moyenne des rachis et la densité moyenne. L'opération effectuée, ces épis sont réajoutés aux autres épis de la lignée.

Colonne 23 : *Nombre moyen d'étages stériles.*

Huitième opération: Détermination du nombre d'épillets stériles.

Les épis des céréales non sélectionnées se caractérisent très souvent par la présence, à leur base, d'un assez grand nombre d'étages d'épillets stériles; les vieilles sortes locales non améliorées de froment, d'épeautre et d'orge d'hiver, possèdent souvent ce défaut à un degré très élevé : c'est à la sélection à lutter contre lui et cette lutte peut être efficace, car cette présence ou absence d'étages stériles est héréditairement transmissible aux descendances des plantes-mères.

Colonne 14 : *Poids du grain.*

Neuvième opération: Egrenage des épis.

Nous avons vu que l'égrenage des plantes-mères se faisait à la main; la trop grande quantité d'épis rend ici cette méthode inapplicable. Des constructeurs étrangers fabriquent pour le battage des petites quantités d'épis, des batteuses miniatures à aspect extérieur de tarare, dont la pièce principale est constituée par un tambour hérissé de petites pointes coniques.

A Svalof, on utilise une méthode très peu compliquée pour effectuer cet égrenage, méthode qui dispense d'enlever les épis : on introduit les extrémités à épis dans un sac qu'on referme bien autour d'elles; le tout est disposé sur un bloc en bois et battu à l'aide d'une petite massue : le produit de ce battage est versé dans un léger van, nettoyé et le grain est pesé.

A Gembloux, nous effectuons l'égrenage des épis des élites au moyen d'un appareil simple et assez ingénieux (Fig. 28). La partie principale de cet « égreneur » est une planche assez épaisse, de 1.00 m. × 0.60 m. × 0.03 m., recouverte sur une de ses faces d'un fin treillis à très petites mailles (0.01 m.) de façon à créer ainsi une surface rugueuse de frottement; le tout est entouré d'un rebord de 0.10 m., dont la planchette de devant est amovible. Les épis coupés sont jetés dans l'égreneur et frottés à l'aide d'une planchette également recouverte du même treillis et munie d'une poignée. Pour recueillir les balles, les morceaux de rachis et les graines, on rassemble le tout dans un des coins de l'appareil, on enlève la planche de devant et l'on fait tomber la masse dans un van.

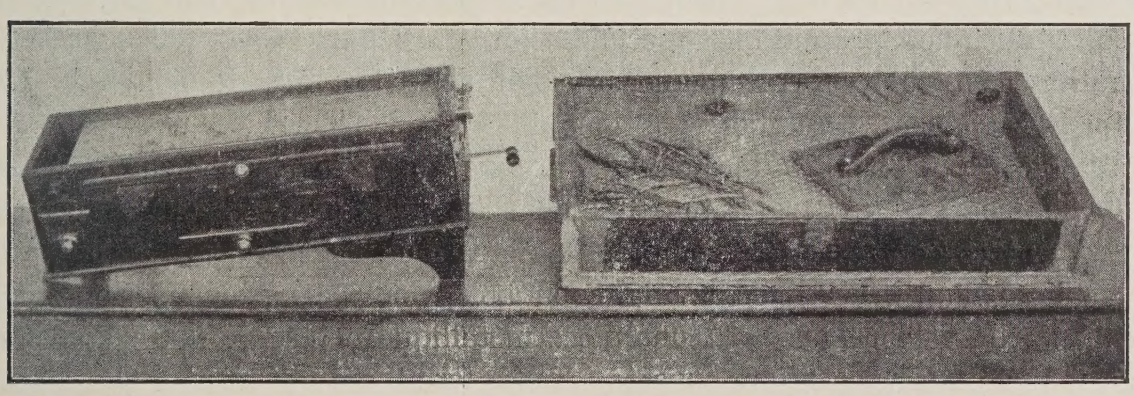


Fig. 28. — A gauche : compteur automatique de 500 graines; à droite : égreneur.

A la Station de Gottingue, où j'avais vu fonctionner cet égreneur, on y avait adapté une installation spéciale pour recueillir rapidement et sans perte les produits de l'égrenage : à cette fin, la paroi de devant, basculant autour d'une charnière, s'abaisse et, soulevant la partie arrière de l'égreneur, on fait glisser son contenu dans une trémie et on le recueille dans un récipient placé en-dessous de celle-ci.

Pour le vannage de ces petites quantités de graines, on utilise, au choix, de légers vans en bois ou en métal; si on fait usage de vans ordinaires en paille tressée, il faudra bien faire attention qu'il n'y ait pas de graines d'une opération précédente, qui soient serrées entre la paille.

Dixième opération: Pesage du grain vanné, à la Roberval.

Colonne N°15 : *Poids du grain par touffe récoltée.*

Poids calculé d'après les données des colonnes 3 et 14.

Dans cette détermination interviennent tous les facteurs du « rendement »: non seulement le nombre de graines par épi et leur poids, mais encore le tallement ou nombre d'épis. Cette donnée a surtout sa valeur dans le cas où la végétation a été bien régulière et où des vides, dus aux gelées, n'ont pas provoqué une exagération plutôt désavantageuse du nombre de talles.

Colonne N° 16 : *Poids du grain par* 10 *lignes.*

On a choisi ce nombre de 10 lignes, afin d'avoir une bonne base de comparaison; dans le cas où on a mis en terre 200 graines, cette donnée correspond à celle de la colonne 14, sinon un simple calcul prenant comme base les chiffres fournis par les colonnes 2 et 14 donne rapidement le poids cherché.

Colonne N° 19 : *Pourcentage de grains dans le poids total.*

Ce pourcentage, qui est une très bonne donnée pour juger la valeur comparative des lignées, se calcule d'après le rapport suivant :

$$\frac{\text{Colonne 14} \times 100}{\text{Colonne 9.}}$$

Colonne N° 17 : *Poids de* 1000 *graines.*

Onzième opération: Comptage de 500 graines, leur pesage et calcul du poids de 1000 graines.

Nous avons vu qu'il est bon, lors du dénombrement de 100 graines, de prendre quelques précautions spéciales afin d'assurer l'exactitude de cette opération : ce qui est vrai quand il s'agit de déterminer le poids de 100 graines l'est encore davantage ici.

Aussi est-il préférable d'utiliser un appareil très ingénieux construit par la firme Korant, de Berlin (1), effectuant automatiquement, exactement et rapidement ce comptage. Ce compteur automatique de 500 graines (Fig. 28) se compose d'une caisse rectangulaire en bois, dont la paroi supérieure, un peu inclinée, est constituée par une pièce métallique percée de 500 ouvertures ovales; une planche-glissière, poussée à fond, ferme ces ouvertures. On dépose une poignée de graines au sommet de la déclivité et, au moyen d'un petit secoueur à manivelle, on imprime, à la pièce métallique, une série de secousses : les graines descendent lentement le long du plan incliné et pendant ce trajet les 500 cavités, fermées en-dessous par la glissière, reçoivent chacune une graine, les semences en trop étant recueillies au bas de leur course dans un récipient spécial. Il suffit en ce moment de tirer à soi la glissière pour faire

(1) On aura peut-être remarqué que la plupart des appareils spéciaux utilisés dans les laboratoires d'amélioration sont de construction allemande : cela provient du fait que depuis plus de vingt ans, chaque province de ce pays compte plusieurs stations de sélection officielle ou privée; assurés qu'ils sont d'un débit suffisant, les constructeurs spécialistes s'efforcent de fabriquer des appareils de plus en plus perfectionnés pour aider aux analyses et aux autres travaux de l'amélioration.

tomber les 500 graines, à travers les ouvertures ainsi dégagées, dans un petit tiroir situé à la partie médiane et inférieure de l'appareil. On n'a plus qu'à en effectuer la pesée au moyen de la balance de Korant.

Cette opération prend tout au plus 2-3 minutes et a l'avantage d'être parfaitement exacte; on peut, en effet, s'assurer d'un rapide coup d'œil que chaque ouverture contient sa graine et n'en contient qu'une; dans le cas contraire, le nombre exact sera facilement et rapidement reconstitué.

Dans un appareil plus simplifié, les secousses sont imprimées directement à la main.

Des pièces métalliques de rechange, avec des ouvertures adaptées aux semences des diverses céréales, sont ajoutées aux appareils.

Ces derniers sont très pratiques; malheureusement, dans le cas où l'échantillon est plus ou moins anormal, soit qu'il renferme un excès de petites graines, soit que le grain ait été recroquevillé par échaudage ou par une récolte anticipée ou encore qu'un assez grand pourcentage de semences aient été brisées par un égrenage trop violent, l'utilisation de ce compteur automatique devient moins économique. Il faudrait examiner si, dans ces cas spéciaux, plutôt rares il est vrai, il ne serait pas préférable d'avoir recours au comptage de 2 lots de 250 graines pesés séparément.

Colonnes N° 18 : *Poids de l'hectolitre de graines.*

Douzième opération: Détermination du poids de 1/4 de litre. Calcul du poids de l'hectolitre.

La détermination de ce poids a surtout son importance dans les générations suivantes; cependant, si on dispose de suffisamment de graines, ce qui est ordinairement le cas, il est intéressant d'étudier déjà ce caractère à la présente génération.

Une graine lourde est toujours appréciée, et même dans beaucoup de pays, les transactions commerciales se font sur la base de la densité de la semence: aussi, dans les stations allemandes, américaines, hollandaises et suédoises, le calcul du poids de l'hectolitre, basé sur la détermination du poids du 1/4 de litre, fait partie intégrante de l'analyse des céréales.

L'appareil utilisé (Fig. 27), est un récipient métallique de la contenance exacte d'un quart de litre; théoriquement, l'opération est quelconque et ne consiste que dans le remplissage du récipient et la pesée de celui-ci rempli; mais ce remplissage doit, pour chaque essai, satisfaire à deux conditions essentielles : le tassement du grain doit s'effectuer de la même façon lors de chaque détermination, c'est-à-dire le grain doit tomber dans le récipient avec la même rapidité, la même force et le vase doit être chaque fois exactement rempli.

Voici comment ces deux conditions sont remplies dans l'appareil que nous employons : le fond du récipient est percé d'une multitude de petites ouvertures; il est fermé en haut, à hauteur voulue, pour délimiter exacte-

ment le quart de litre, au moyen d'une large lame métallique, taillée en couteau et qu'on peut faire glisser dans une fente dont est munie la paroi du vase. Quand on veut effectuer une pesée, on commence par glisser le couteau dans cette fente, de façon à fermer le récipient par le haut, on dépose ensuite, sur ce couteau, un poids en cuivre dont le diamètre égale le diamètre intérieur du cylindre; par-dessus le tout, on ajuste un cylindre dit « de remplissage ». Au moyen d'un autre vase, on puise des graines et on en remplit à peu près le cylindre de remplissage, dont le volume dépasse un peu le quart de litre; ensuite, d'une traction uniforme, on enlève le couteau et le poids libéré tombe au fond du récipient en expulsant l'air qui sort par les ouvertures du fond et en entraînant dans sa chute les graines qui remplissent ainsi le vase d'une façon très régulière et qui débordent en haut et dans le cylindre de remplissage. On introduit de rechef dans la fente le couteau qui, coupant éventuellement les graines situées dans son plan de pénétration, délimite ainsi exactement, en-dessous de lui un cylindre de graines d'un volume de 250 mètres cubes.

En inclinant le tout, on déverse les graines superflues se trouvant dans le cylindre de remplissage au dessus du couteau, on enlève ensuite ce cylindre, on retire le couteau et on suspend le récipient rempli de graines, au moyen d'une anse qu'il porte, à l'extrémité d'un fléau d'une petite balance, qui fait partie de l'appareil; à l'autre fléau, on fait équilibre au moyen de poids spéciaux.

Une table renseigne, pour chaque céréale, le poids de l'hectolitre correspondant au poids du 1/4 de litre trouvé.

Colonnes N° 24, 25, 26, et 27 : *Couleur et forme de l'épi, couleur et forme du grain.*

Il s'agit ici des caractères morphologiques extérieurs de l'épi et de la graine. Remarquer leur concordance ou non avec les mêmes données du tableau d'analyse des plantes-mères.

Colonnes 28, 29, 30, 31 et 32 : Les indications données dans ces colonnes ne sont que le résumé *des observations* consignées dans le livre des champs. Concernant les abréviations ou signes employés, voir §3 du chap II

5. Analyse de la récolte des parcelles d'élites et de seconde génération.

Il y a deux ou trois ans, pour faire cette analyse nous employions encore les mêmes procédés que pour l'analyse des restes d'élites. Pour les motifs énoncés plus haut, elle a été simplifiée : nous supprimons actuellement les colonnes 3, 4, 5, 6 et 15.

6. Analyse de la récolte des parcelles de 1re, 2e ou 3e multiplication.

La récolte de toutes les parcelles de multiplication est analysée de la même façon : on en trouvera le détail dans le tableau suivant :

Froment. — RÉCOLTE DE 1922. — *Analyse des 1res multiplications.*

(Extrait du registre des analyses de la Station d'Amélioration de Gembloux).

Variétés	Superficie de la parcelle	Poids du grain tararé	Poids du grain trié		Déchet au triage	% de gros grains — Triage n° 4	% de déchets par rapport au grain tararé	Poids de la paille	Observations
			Trieur n° 4	Marot n° 3					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
06	1 are	35.500	21.000	11.000	3.500	59.2	9.2	50.000	
022	id.	39.500	21.000	15.000	3.500	53.2	8.85	37.000	
026	id.	28.500	22.500	4.000	2.000	79.0	7.0	37.000	
028	id.	34.000	13.400	14.000	6.600	39.4	19.4	50.000	

7. Registres et livres divers utilisés à une station d'amélioration.

1° *Registre pour l'inscription des résultats d'analyses.* — Pour chaque plante en amélioration, on tiendra au courant un registre dans lequel on consignera, d'année en année, les résultats des analyses des diverses générations; on y ajoutera les changements éventuels apportés aux méthodes et toute autre constatation intéressante; on y indiquera aussi quelles sont annuellement les lignées éliminées et celles qui sont gardées en amélioration.

2° *Registre des échantillons et livre généalogique.* — Ce livre, fondamental pour l'amélioration, contiendra les indications nécessaires concernant l'origine et la nature des divers échantillons de plantes et de graines de toutes origines ainsi que les numéros généalogiques des lignées qui auront été éventuellement choisies dans ces échantillons.

Le modèle des pages 124-125 pourrait être utilisé.

3° *Livres des champs.*

Voir § 3 du chap. II.

Ces trois espèces de documentations sont d'absolue nécessité; viennent s'y ajouter, d'après les circonstances, les divers carnets et registres de manutention : livre d'entrée et de sortie des semences, carnet des expéditions, carnets des sacs en circulation, etc.

Extrait du registre des Echantillons et du

Numéros d'ordre	Dates d'entrée	Nom de la Variété	Origine. — Noms et adresses des producteurs ou des intermédiaires	Nature des échantillons
15	Septembre 1920	Diekhuis	Société des Producteurs des Semences de la Groningue [Hollande]	graines
22	Septembre 1921	Petit roux de Tirlemont	Stevoort. [Alluvions de la Herck]. — Ghysen, agronome de l'Etat, à Hasselt	épis
30	id.	Froment d'Altkirch (S. 22)	M. Barthmann, Directeur de la Station de Colmar [Alsace]	épis
38	id.	Goldcoin. — Ind. 6176	Lind [Washington]. — Dr D. Fairchild, Bureau of Plant Industry, Washington	graines
103	Septembre 1922	Stand Up	P. Laurent, fermier, à Warêt-l'Evêque	touffes

CHAPITRE IV.

LA TECHNIQUE DES ESSAIS COMPARATIFS

L'organisation des essais dits « comparatifs » est certainement une des parties les plus délicates d'un travail d'amélioration; aussi ai-je cru bien faire en réservant un chapitre spécial à l'exposé de la technique de ces essais.

L'établissement des parcelles comparatives constitue la pierre d'achoppement du sélectionneur, tellement il doit mettre de soins dans l'exécution des moindres détails, s'il veut pouvoir en tirer des conclusions pratiques. En outre, ces essais lui demanderont du terrain, de la main-d'œuvre, du temps; aussi est-il bien souvent tenté de les négliger.

A mon avis, c'est un tort : l'établissement d'essais comparatifs pendant un laps de temps suffisamment long, s'étendant au moins sur un triennat et en se conformant exactement aux règles techniques nécessaires pour obtenir des résultats vraiment comparatifs, est une nécessité, si on veut étudier d'une façon approfondie la valeur réelle des meilleures lignées en observation (1).

(1) Notons que de tels essais comparatifs devront aussi être établis dans les sous-stations régionales, où ils auront, dans certaines circonstances, une plus grande importance encore, par exemple quand il s'agit de comparer des descendances au point de vue de certains caractères physiologiques, tels que la résistance au froid, à la sécheresse.

Livre généalogique *(Station d'amélioration de Gembloux).*

Description sommaire	Numéro généalogique des plantes-mères choisies dans l'échantillon	Date de la plantation des plantes-mères	Observations
Grains roux. — Mélanges de graines vitreuses et farineuses	227 à 236	Octobre 1921	
Mélange d'épis blancs et roux pâle. — Grain petit, rouge	647 à 657	Octobre 1922	
Epis roux. — Grain rouge, assez beau	630 à 639	id	
Grain blanc, farineux, assez allongé	725 à 732	id.	
Epis squarehead, grain blanc	500 à 512	id.	

Le schéma que je vais exposer n'a pas la prétention d'être unique et exclusif : libre à chaque sélectionneur d'y apporter des modifications de détail; mais il aura l'avantage de montrer la façon de procéder pour arriver le plus sûrement à des résultats définitifs et pour exclure, autant qu'il est possible, les erreurs qui, si petites et si peu nombreuses qu'elles soient, seront souvent assez importantes pour troubler gravement les conclusions des essais.

A quel moment de l'amélioration faut-il établir les essais comparatifs ? Théoriquement, le meilleur moment serait avant les multiplications : on ne multiplierait que les descendances dont la valeur aurait été définitivement établie par les essais comparatifs. Mais pratiquement il est impossible de procéder de la sorte : tout d'abord ce serait une perte de temps pour l'améliorateur; ensuite on ne dispose pas encore, après les premières générations d'élites, de quantités suffisantes de semences pour exécuter ces essais de façon convenable.

Aussi peut-on faire parfaitement coïncider ces essais avec les multiplications et établir ces parcelles au moyen de la graine provenant des premières multiplications. Admettons par exemple, pour fixer les idées, qu'une de ces parcelles qui, le plus souvent, occupent une superficie d'un are, nous donne un rendement de 35 kilos de graines; comme d'habitude, l'ensemble des parcelles comparatives n'englobe pas plus d'un are par lignée, en distrayant 1.500 kg. de semences pour ces parcelles, il restera suffisamment de graines pour emblaver encore une parcelle de deuxième multiplication de 5 à 20 ares.

Des essais comparatifs bien compris doivent répondre à deux conditions primordiales, faute desquelles on ne peut aucunement tabler sur leurs résultats, ce qui exposerait le sélectionneur à de graves mécomptes et à de grosses désillusions. Ces deux conditions sont les suivantes : ces essais doivent être établis *d'après les méthodes de la culture normale,* avec façons préparatoires, fumure, semis et soins d'entretien normaux; ensuite, leurs résultats doivent pouvoir être considérés comme étant *d'une exactitude quasi absolue,* ce qui

nécessite l'emploi d'une technique bien étudiée jusque dans ses moindres détails.

Le but de ces essais doit être, en première ligne, la détermination comparative des rendements qualitatifs et quantitatifs des lignées en observation; il est néanmoins très fortement à conseiller, sinon indispensable, de corroborer la recherche des rendements par des observations végétatives suivies, tel que cela a été exposé plus haut.

En revanche, vu l'importance de ces essais comparatifs, importance qui sera d'autant plus grande que la technique employée aura été plus exacte, on peut, on doit même se baser sur eux pour conserver en amélioration ou pour éliminer de celle-ci, provisoirement ou définitivement, les lignées en compétition : c'est là d'ailleurs la portée fondamentale de ces essais.

La technique a été maintes fois remaniée et améliorée afin de se rapprocher de plus en plus d'une exactitude la plus parfaite possible : voici celle qui est actuellement en usage dans la plupart des stations d'amélioration suédoises et allemandes.

Chaque descendance doit être étudiée, comparativement avec les autres, en un multiple dédoublement, c'est-à-dire que l'essai doit se faire *pour chaque lignée sur plusieurs parcelles,* réparties sur une bande de terrain de façon à être assez distantes l'une de l'autre. (Voir fig. 29).

1	2	3	4	5	S	A	B
5	S	A	B	1	2	3	4
3	4	5	S	A	B	1	2
S	A	B	1	2	3	4	5

Fig. 29. — Disposition d'un essai comparatif avec quadruple répétition des parcelles; 1 à 5, les cinq lignées en observation, S, la variété « Standard», A et B, deux variétés cultivées dans la région.

Plus il y aura de répétitions de parcelles pour chaque lignée en comparaison, moindres seront les chances d'erreur dans le calcul des résultats.

A Svalof, on distingue entre les *petits essais comparatifs et les grands essais.* Les premiers suivent les élites de contrôle (seconde génération) et se font sur des parcelles de 12.50 m. × 1 m. (1/8 d'are) soit la largeur d'un semoir à 6 lignes, à 0.15 m. d'écartement; ces essais sont faits en *double* pour chaque lignée et sont souvent répétés pendant deux ou trois ans pour la même descendance. Les *grands essais comparatifs,* eux, constituent l'épreuve finale, définitive, avant les grandes multiplications. Dans ces essais, les lignées en observation sont mises en compétition avec les meilleures anciennes sortes du pays, avec des sortes introduites et avec une sorte « standard » qui est la meilleure des sortes actuellement en amélioration; de plus, rentrent aussi dans ces essais toutes les sortes déjà lancées sur le marché par le groupement commercial. Ces grands essais se font en *triple* et même en *quadruple* répétition sur des parcelles de 25 m. × 2 m. (1/2 are), ce qui correspond à deux largeurs de semoir (à cinq lignes à 0.20 m.). Cette grandeur de parcelle est souvent réduite d'un peu quand l'essai est quadruple.

Roemer, à la Station d'amélioration de Halle-sur-Saale, établit ses essais comparatifs pour céréales sur des parcelles de 12.50 à 15 mètres carrés, en *sextuple* répétition, soit sur une superficie totale, pour chaque descendance, de 75 à 90 mètres carrés.

On trouverait peut-être exagéré ce nombre de parcelles, pour une même lignée : il n'en est rien; cette répétition est le seul moyen d'éliminer les effets des petites irrégularités de composition du sol, d'humidité, de fumure. Ce serait faire une économie à rebours, comme le dit très bien Roemer, que de vouloir limiter ce nombre; il s'agit, pour le sélectionneur, de pouvoir juger exactement et en peu de temps de la valeur définitive de ses descendances : cela ne lui est possible qu'en mettant en comparaison beaucoup de lignées et, pour chacune d'elles, un grand nombre de parcelles.

Le semis, fait à la machine, ne sera pas trop clair, plutôt un peu dru, afin d'éviter la formation de places vides, qui influenceraient fortement les résultats; la quantité à semer doit être établie d'après la grosseur du grain ou son poids, comme nous l'avons déjà vu plus haut et aussi d'après son énergie germinative (nombre de graines sur 100 germant après cinq jours). Le semoir, à deux ou à cinq lignes, devra être facilement nettoyable et exactement réglable d'après la quantité de graines à semer sur l'unité de surface.

La semence nécessaire aux six répétitions d'une même lignée sera naturellement répartie de façon uniforme sur les six parcelles et cela successivement pour ne pas devoir chaque fois nettoyer à fond le semoir : ce nettoyage ne se fera que pour passer au sextuple semis d'une nouvelle lignée.

La nécessité d'employer un semoir détermine la forme des parcelles, qui devra être allongée : on pourrait leur donner la largeur d'un semoir à cinq lignes par exemple. Afin de ne pas provoquer la formation de bordures, qui influenceraient d'autant plus les résultats que les parcelles sont moins larges, on ne peut négliger d'interposer entre les parcelles comparatives un nombre suffisant de lignes séparatrices d'une autre céréale.

On aura soin d'effectuer soigneusement et d'acter les diverses observations au cours de la végétation des lignées et de ne pas négliger les travaux d'entretien qui seraient nécessaires, en ayant toutefois grand soin de les dispenser d'une même façon entre toutes les parcelles.

La récolte se fera le plus aisément à la faucille; afin d'éviter toute perte sensible d'épis ou de graines, ainsi que tout mélange, on enfonce l'ensemble des trois ou quatre gerbes d'une même petite parcelle, épis en bas, dans des sacs larges d'au moins 0.80 m. à 0.90 m. soigneusement étiquetés (méthode de Roemer). Cette manière de procéder aura aussi le grand avantage de pouvoir charger plusieurs petites parcelles sur un même véhicule et d'opérer ainsi rapidement la rentrée de la récolte, sans craindre des mélanges de ce chef.

En attendant le battage, on range les gerbes de façon à mettre côte à côte les récoltes des parcelles de la même descendance, afin de les battre l'une après l'autre, de façon à ne pas devoir procéder chaque fois à un nettoyage à fond de la batteuse, qu'il suffit dès lors de faire tourner à vide pendant quelques instants entre chaque battage des parcelles ayant porté la même descendance; quand il s'agit, au contraire, de passer d'un groupe de parcelles à un autre, il faudra nettoyer la machine complètement et la faire tourner assez longtemps à vide afin de la débarrasser du dernier grain de la lignée précédente.

On pèse soigneusement le grain de chacune des six parcelles d'un groupe, on prélève des échantillons pour la détermination des poids de 1000 graines et du quart de litre; puis, afin d'éviter l'encombrement, on mélange les semences d'un même groupe dans un seul sac.

Il va de soi que si la batteuse employée a été une simple batteuse à broches, sans nettoyeur, chaque récolte partielle doit être tararée et nettoyée avant d'être pesée et avant qu'on en effectue le mélange avec les autres lots du même groupement.

Sur la base des diverses observations faites durant la végétation ainsi que des divers résultats acquis au battage, il s'agit maintenant de déterminer la *valeur* de chaque lignée. La méthode la plus simple serait d'établir, pour chaque descendance ou variété, et pour chaque caractère à examiner, la moyenne entre les diverses données (résistance aux gelées, aux maladies, à la verse, degré de précocité, poids de 1000 graines, poids de l'hectolitre, rendement total en grain, rendement en bon grain de triage) de chacune des six parcelles d'un groupe, d'attribuer à chaque lignée, pour chaque caractère envisagé, un numéro de classement et d'additionner ces divers numéros, ce qui définira, pour chaque lignée ou variété, sa place dans le classement général.

Cette manière de procéder est simple et peut être appliquée par n'importe quel expérimentateur: mais c'est justement cette trop grande simplicité qui peut être critiquée et très souvent il faudra soumettre à discussion les numéros de classement ainsi obtenus. Il est rare, en effet, qu'une descendance obtienne le premier rang de classement pour tous les caractères envisagés; dans le cas contraire, ne faut-il pas attribuer une importance prépondérante à l'un ou l'autre de ces caractères ? Certaines années, où tel ou tel défaut s'est manifesté

avec plus d'intensité, plus d'extension, ne faut-il pas attacher une plus grande valeur à des lignées qui, à ce point de vue, se sont mieux comportées que d'autres ?

Bref, il ne s'agit pas toujours d'adopter strictement, mathématiquement, une classification basée sur des données matérielles; il y a des circonstances où il faut en outre raisonner et discuter la valeur à donner à tel ou tel numéro de classement.

L'erreur moyenne. — Nous avons déjà vu plus haut que diverses causes d'erreur peuvent influencer, avec plus ou moins d'intensité, l'exactitude des résultats des essais comparatifs. Malgré les précautions prises, ces causes d'erreur peuvent être légion : les unes sont inhérentes aux légères différences de composition ou d'humidité du sol ou de sa fumure; d'autres peuvent se produire lors des observations végétatives; d'autres encore proviennent des petites inexactitudes qui peuvent affecter les diverses opérations de pesée (1).

Théoriquement, si toute cause d'erreur pouvait être évitée, les résultats de chacune des parcelles de la même lignée devraient être égaux; or, pratiquement, cela n'arrive jamais : il y aura toujours des différences plus ou moins marquantes entre les résultats d'un même groupement.

Si ces différences ne dépassent pas une certaine valeur, l'essai comparatif peut être considéré comme suffisamment exact et ses combinaisons peuvent servir de base de comparaison; dans le cas contraire, l'exactitude de l'essai sera plus ou moins sujette à caution.

Pour mesurer l'ampleur de ces différences, on fait usage de formules très diverses, dont l'opportunité d'application a fait l'objet d'une multitude de travaux et de discussions critiques; voici quelle est la méthode proposée par Roemer (2): elle a l'avantage d'être simple, pratique et suffisamment exacte pour le but qu'on se propose.

Pour déterminer le degré d'exactitude des essais comparatifs et l'importance des erreurs éventuellement commises, Roemer utilise la notion dite de l' « erreur probable », qu'il détermine au moyen de la formule suivante :

$E = \pm \sqrt{\frac{\Sigma\, d^2}{n}}$, dans laquelle Σ est le signe ordinaire de totalisation (« sommation »), d, la différence du résultat de chacune des parcelles partielles avec la moyenne M de la lignée et le n le nombre de ces parcelles partielles.

Voici un exemple d'application de cette formule; supposons que les essais comparatifs aient été effectués en quadruple répétition sur des parcelles d'un 1/2 are et envisageons le facteur « rendement en grain » pour les lignées 24 et 28 :

---

(1) Il va sans dire que, pour éviter des pertes lors de la moisson, lors du transport des récoltes, de leur battage, nettoyage et emmagasinage, il faut prélever, dans chaque parcelle, un échantillon suffisamment important sur lequel on détermine les rendements, comme il a été dit précédemment.

(2) Fruwirth, C. et Roemer, Th. — *Einführung in die landwirtshaftlichen Pflanzenzüchtung*. 1921, Berlin. Parey, p. 145.

Lignée	N° de la parcelle	Rendement en grain par parcelle [$\frac{1}{2}$ a] kgr.	d	d^2	$E = \pm\sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n}}$
24	1	16.250	180	32400	
	2	16.320	110	12100	
	3	16.530	100	10000	
	4	16.640	190	36100	
		M = 16.430	$\Sigma d = 580$	$\Sigma d^2 = 0.090600$	± 1.50
28	1	13.250	130	16900	
	2	12.950	170	28900	
	3	13.130	10	100	
	4	13.150	30	900	
		M = 13.120	$\Sigma d = 340$	$\Sigma d^2 = 0.046800$	± 0.108

$$\text{Pour la lignée 24 : } \frac{\Sigma d^2}{n} = \frac{0.090600}{4} = 0.022650$$

$$\text{et } E = \pm\sqrt{0.022650} = \pm 0.150$$

$$\text{Pour la lignée 28 : } \frac{\Sigma d^2}{n} = \frac{0.046800}{4} = 0.011700$$

$$\text{et } E = \pm\sqrt{0.011700} = \pm 0.108$$

Les rendements moyens par are pour les deux lignées seront donc respectivement :

M (24) = 16 k. 430 ± 0 k. 150

M (28) = 13 k. 120 ± 0 k. 108.

Il s'agit de déterminer maintenant la valeur que peut atteindre cette erreur probable tout en restant dans la limite de l'erreur expérimentale : Roemer admet que pour pouvoir être attribuées à des différences constitutives, il faut que les différences observées dépassent le *double* de l'erreur probable; c'est ainsi que, dans les exemples ci-dessus, les lignées 24 et 28 sont certainement différentes quant aux rendements vu qu'elles évoluent respectivement entre les limites :

15 k. 950 (16 k. 250 — 0 k. 300) et 16 k. 940 (16 k. 640 + 0 k. 300) pour la lignée 24,
12 k. 734 (12 k. 950 — 0 k. 216) et 13 k. 466 (13 k. 250 + 0 k. 216) pour la lignée 28.

Très souvent des lignées diverses montrent des différences de rendements bien moins sensibles; aussi Roemer estime lui-même la limite du double de

l'erreur probable comme étant exagérée, mais elle est rendue nécessaire par le degré peu élevé d'exactitude qu'atteignent, actuellement encore, les essais comparatifs; tous les efforts des expérimentateurs doivent tendre à rendre ces essais de plus en plus exacts.

Comment détermine-t-on le degré d'exactitude d'un essai comparatif ? En établissant l'erreur probable en pour cent de la moyenne (M):

$$\left.\begin{array}{l}\text{Lignée 24 : } E = 0.150 \\ \qquad\qquad M = 16\text{ k. }430\end{array}\right\} \text{ E en \% de M} = 0.91\ \%.$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{Lignée 28 : } E = 0.108 \\ \qquad\qquad M = 13\text{ k. }120\end{array}\right\} \text{ E en \% de M} = 0.82\ \%.$$

On estime que, pour que l'essai soit suffisamment exact, il faut que E calculé en % de M se rapproche de *l'unité,* ce qui est le cas ci-dessus; ajoutons que généralement on n'atteint pas, dans les essais, ce degré d'exactitude : on obtient beaucoup plus souvent des valeurs se rapprochant de 3, 5, 8 % !

Quoique préconisant l'emploi de la notion de l'erreur probable dans la technique *scientifique* des essais comparatifs, Roemer estime néanmoins, que, dans la pratique *ordinaire,* l'erreur probable peut être avantageusement remplacée par la notion plus simple de l'erreur moyenne : $\frac{\Sigma d}{n}$; dans notre double exemple,

$$\text{E moyenne (lignée 24)} = \frac{0.580}{4} = 0.145 \text{ (E prob. : 0.150)}$$

$$\text{E moyenne (lignée 28)} = \frac{0.340}{4} = 0.085 \text{ (E prob. : 0.108)}$$

Le calcul de cette donnée, excluant toute élévation à une puissance et toute extraction de racine, est beaucoup plus simple et peut-être confié à du personnel non spécialisé; il reste néanmoins vrai que pour tout essai d'ordre scientifique, c'est l'erreur probable qui doit être utilisée.

CHAPITRE V.

LA TECHNIQUE DES HYBRIDATIONS

§ 1. — Culture des plantes choisies comme géniteurs.

Quelques auteurs préconisent, pour les plantes qu'on veut hybrider, la culture en pots; il est certain que cette méthode présente des avantages : les plantes sont plus maniables et, ce qui peut avoir une grande importance, elles

permettent, par des expositions raisonnees soit à l'ombre, soit à la lumière, de différer ou d'avancer l'époque de la floraison, dans les cas où l'on veut croiser une lignée hâtive avec une lignée plus tardive; en effet, comme le pollen ne conserve pas longtemps son pouvoir germinatif, la floraison des deux lignées à croiser doit pour ainsi dire être simultanée.

Mais une difficulté sérieuse de la culture des géniteurs en pots est la nécessité d'augmenter outre mesure ce matériel quand on a des centaines de croisements à opérer; un autre désavantage de cette technique est de soustraire les plantes aux conditions normales de végétation.

Il sera donc généralement préférable de cultiver les géniteurs en pleine terre, à proximité de la station ou de la ferme, dans une terre de jardin ou tout autre bon sol. Voici ce que je pense être une bonne méthode d'organisation de ces parcelles :

Supposons qu'on veuille effectuer une centaine de croisements à l'intérieur d'une dizaine de lignées qu'un choix raisonné aura déterminées d'avance; on tracera deux séries de dix parcelles d'environ 1.50 m. carré à 2 m. carrés séparées par de petits sentiers de 0.50 m.; un chemin plus large séparera les deux séries. Les graines de chaque lignée seront réparties, en parts égales, sur une parcelle de chaque série : en un mot, le plan des parcelles de la deuxième série sera la répétition exacte de celui des parcelles de la première; une des séries sera affectée aux castrations, l'autre série fournira le pollen.

Cet arrangement permet d'effectuer les croisements avec facilité et rapidité, grâce à la proximité immédiate des deux séries parcellaires; en outre, cette disposition des parcelles permet de faire aisément des croisements dans les deux sens.

Afin de provoquer la simultanéité des floraisons entre une lignée précoce et une tardive, on pourrait effectuer les semis à des époques différentes.

§ 2. — Technique des hybridations proprement dites.

I. — Castration des plantes devant servir de plantes maternelles, c'est-à-dire destinées à fournir les graines hybrides.

Cette castration se fait le mieux à un moment très rapproché de la maturité sexuelle des anthères, c'est-à-dire peu de temps avant leur déhiscence : en ce moment les enveloppes florales sont déjà un peu plus résistantes et les organes mâles ont acquis leur volume maximum; les anthères, de vertes qu'elles étaient, deviennent jaune pâle pour passer, au moment de leur ouverture, à un beau jaune soufré. Naturellement quand on a un très grand nombre d'opérations à effectuer, on n'a pas toujours le temps d'attendre ce moment propice et on enlèvera maintes fois des anthères à un stade plus jeune.

Voici quelles sont les opérations successives d'une castration chez une céréale : à ce propos, faisons remarquer que le matériel ordinaire pour opérer une castration n'est nullement compliqué : une pince droite, une pince à extrémités courbes, une paire de petits ciseaux droits constitueront une trousse très suffisante (Fig. 30).

A) *Toilette de l'épi* (Voir fig. 31): Enlèvement, d'un coup de ciseaux, de l'extrémité supérieure — 2 —; enlèvement, au moyen du même instrument, ou même d'une assez forte pince droite, de quelques épillets inférieurs stériles ou non — 3 —. Ces opérations ont surtout pour but de concentrer plus de matières nutritives sur les bons grains du milieu de l'épi; naturellement, dans le cas plutôt exceptionnel où l'on n'aurait à sa disposition qu'un nombre très limité d'épis, on n'enlèverait que les épillets stériles de la base et de l'extrémité, afin de réserver le plus de fleurs possible pour l'hybridation.

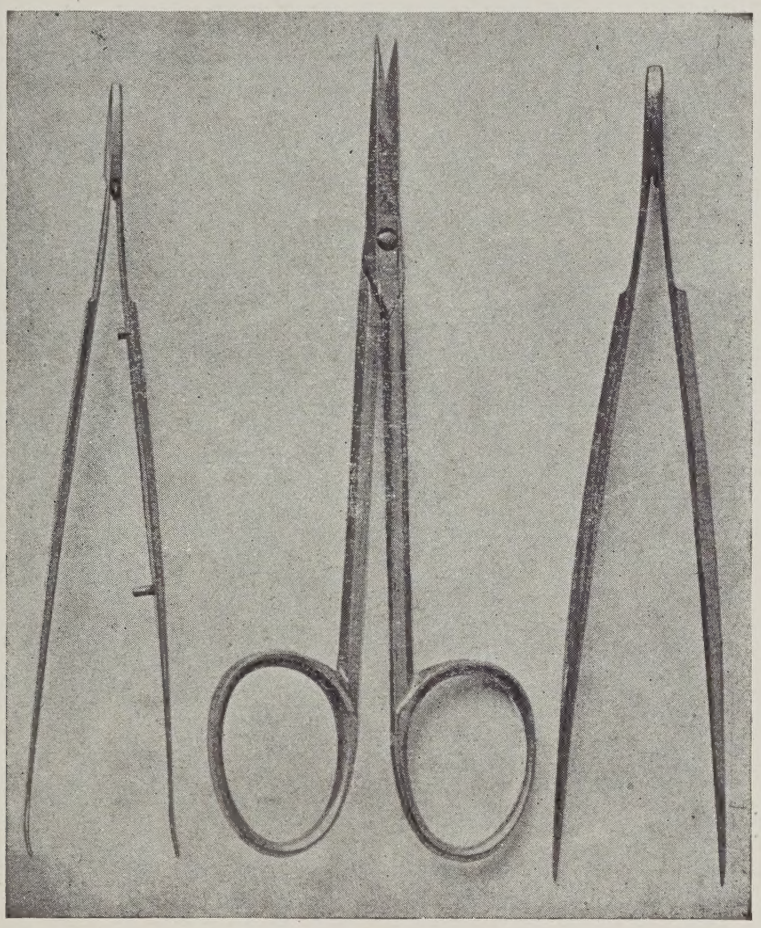


Fig. 30. — Trousse normale pour castration.

Arrachage — 4 — au moyen de la pince, des glumes des épillets conservés : ceci afin de faciliter l'entrebaillement des fleurs au moment de la fécondation et enlèvement — 4 —, avec le même instrument, des fleurs médianes (supérieures) de chaque épillet, fleurs qui, normalement, sont stériles. On ne laisse, à chaque épillet, que *deux,* rarement *trois* fleurs fécondables.

B) *Castration proprement dite.*

On saisit l'épi à castrer de la main gauche et on le fixe entre l'index et le petit doigt d'une part, le médius et l'annulaire d'autre part, ces deux derniers passant derrière lui; on peut ainsi imprimer à l'épi, à hauteur de l'étage où l'on fait la castration, une certaine courbure qui isole mieux l'épillet à castrer. Le pouce reste donc libre : on s'en sert pour opérer une légère pression sur l'extrémité des glumelles de chaque fleur; sous cette pression, celles-ci s'écartent quelque peu. On profite de ce moment pour introduire, de la main droite,

les extrémités de la pince courbe entre les glumelles entrebaillées et on saisit délicatement, sans endommager la plumule (partie de l'organe femelle sur laquelle on devra déposer le pollen) successivement chaque anthère, on les arrache et on les dépose sur l'ongle du pouce afin de s'assurer qu'elles sont restées bien entières et qu'on n'a pas laissé au fond de la fleur un morceau basilaire.

Fig. 31. — Toilette d'un épi de froment, à castrer.

Les céréales sont caractérisées par la présence de trois étamines par fleur : deux de celles-ci sont situées du côté de l'axe de l'épillet, en arrière donc, et sont, en outre, enfermées dans un repli de la glumelle; il arrive qu'on éprouve une certaine difficulté à enlever ces deux anthères; avec un peu d'habileté opératoire et en choisissant bien son moment, on réussit cependant, le plus souvent, à extirper d'un seul coup de pinces les trois anthères de la fleur.

Quoi qu'il en soit, quelque difficulté que l'on pourrait rencontrer dans cette opération, il ne faut jamais se laisser gagner par l'énervement; si malgré tout, le nombre des castrations étant souvent très élevé, on se fatigue, on s'impatiente, mieux vaut cesser les opérations et les remettre à un peu plus

tard. En tout cas, il faut soigner à ce qu'on soit confortablement installé : le meilleur siège sera un léger escabeau qui aura une hauteur suffisante pour amener, l'opérateur étant assis, les épis à castrer à hauteur de poitrine.

Il est nécessaire aussi qu'on puisse mettre rapidement la main sur les instruments : à Gembloux, les opérateurs les ont à côté d'eux, à portée de la main, sur un plateau rond en tôle d'environ 0.15 m. de diamètre, peint en noir et muni d'un petit rebord afin d'empêcher les outils de glisser; ce plateau est porté par une tige métallique, qu'on enfonce en terre au moyen de son extrémité pointue.

Quand on effectue la castration, il faut s'assurer qu'il ne reste plus, dans l'épi, de fleurs non castrées; pour cela, il faut opérer méthodiquement et commencer, par exemple, par l'épillet inférieur de la rangée de gauche, émasculer les 2-3 fleurs de l'épillet, puis passer à l'épillet immédiatement supérieur jusqu'à l'extrémité de l'épi; après quoi, on continue par l'épillet inférieur de la série de droite et, en remontant, on épuise ainsi la série des opérations.

Dans le cas où, en écartant les glumelles, on constaterait que les anthères d'une fleur sont déjà en déhiscence, c'est-à-dire laissent échapper leur pollen, ce dont on s'aperçoit très bien par la présence sur elles d'une poussière jaune, il faudra arracher avec la pince, la fleur entière; il est même à recommander d'avoir avec soi un petit flacon renfermant de l'alcool à 90°, pour y plonger les extrémités de l'instrument qui a touché les anthères déhiscentes afin de tuer ainsi les grains de pollen qui pourraient y adhérer et qu'une opération subséquente pourrait involontairement déposer sur une plumule.

Si, au moment de la fécondation artificielle, on s'apercevait de l'oubli d'une castration, il faudrait également arracher la fleur en question.

Aussitôt la castration de toutes les fleurs d'un épi terminée, il faut protéger celui-ci contre tout danger d'apport de pollen étranger; pour assurer cette protection, on a imaginé divers appareils : tubes en verre de lampe, fermés par des tampons de ouate, cylindres d'isolation von Rumker, portant à la partie supérieure un ajutage pour l'évacuation de l'eau de transpiration, etc. Ces appareils sont lourds et coûteux et doivent être attachés, par l'intermédiaire de pinces-ressorts, à de forts tuteurs : leur emploi en devient très limité et n'est à recommander que dans des cas spéciaux. Actuellement, on emploie couramment des *coiffes isolatrices* en papier parcheminé; dans le cas où l'on doit effectuer un très grand nombre de croisements, l'emploi, comme à Svalof, au moins pour le froment, le seigle et l'orge, de coiffes très petites (0 m. 12 de hauteur sur 0 m. 06 de largeur)et à bords soigneusement collés, est très pratique, ces coiffes n'exigeant normalement aucun tuteurage du chaume.

II. — **Récolte du pollen et hybridation proprement dite.**

Trois méthodes sont en présence :

Première méthode. — Celle-ci consiste à récolter du pollen sur les plantes paternelles et à en saupoudrer le stigmate des fleurs castrées.

La meilleure technique pour *récolter* rapidement des quantités appréciables

de pollen semble être la suivante (voir fig. 32): Dans chacune des lignées, choisies pour servir de plantes paternelles, on coupe une petite gerbée d'épis en leur laissant environ 0.50 m. de tige; on choisit, pour cette opération, le moment où la floraison est amorcée chez un certain nombre d'entre eux. Les extrémités à épis de chaque gerbée sont enfoncées dans un cylindre en verre, disposé un peu obliquement et dont la courbure inférieure est recouverte d'un papier noir glacé; les extrémités des chaumes sont maintenues par un poids quelconque dans un cristallisoir ou dans tout autre récipient rempli d'eau. Grâce à cette disposition, les épis ne se dessèchent pas, continuent à fleurir et les anthères déhiscentes, sorties d'entre les glumelles, laissent échapper du pollen qui tombe sur le papier dont est recouvert le fond du cylindre, où il ressort très bien grâce à l'opposition entre sa couleur jaune et le noir du papier. Quotidiennement, au moyen d'un pinceau, on balaye les menues quantités de poussières fécondantes dans de petites boîtes en carton munies d'un couvercle, genre boîtes à plumes ou bien encore dans des tubes en verre munis d'un tampon de ouate.

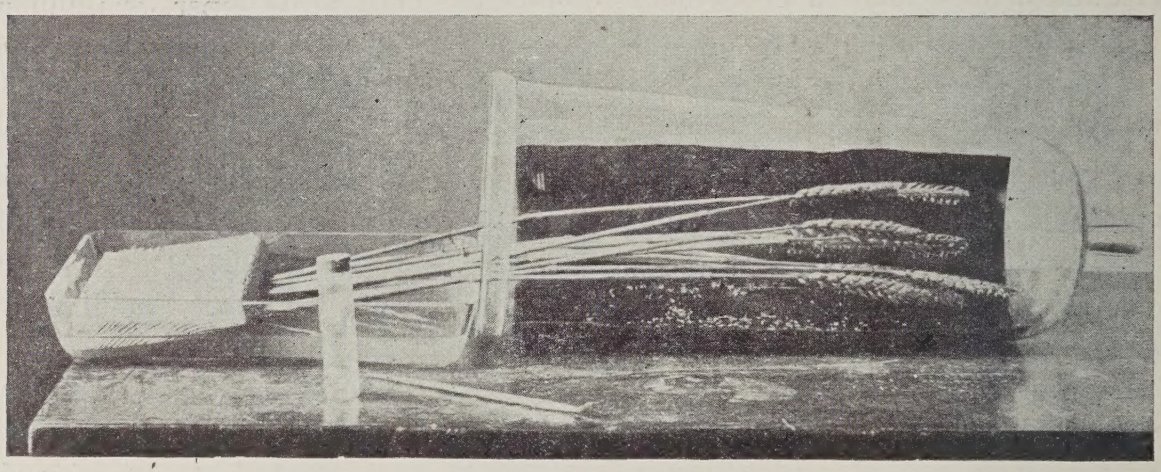


Fig. 32. — Installation pour la récolte d'assez grandes quantités de pollen de céréale.

Pour qu'il n'y ait pas de mélange, il va de soi qu'on ne peut disposer, dans une petite place, qu'un seul appareil de récolte; il faut aussi éviter les courants d'air un peu violents.

Pour effectuer l'hybridation, on procède comme suit : Pendant une matinée suffisamment chaude et non pluvieuse, on enlève la coiffe isolatrice d'un épi castré et, saisissant celui-ci de la main gauche tel que cela a été exposé pour la castration, on fait apparaître, entre les glumelles entrebaillées par une légère pression de l'index gauche, le stigmate plumeux; de la main droite on prélève, au moyen d'un petit pinceau à soies douces, dans le tube ouvert présenté par un aide, un peu de pollen, et, en tamponnant délicatement la plumule, on dépose sur celle-ci quelques grains de pollen; l'opération effectuée, on laisse les glumelles se rejoindre derechef et on aide à leur fermeture au moyen d'une légère pression.

Au pinceau je préfère de loin une simple plume métallique emmanchée dans un porte-plume : elle remplace d'ailleurs de plus en plus le pinceau dans la technique opératoire des hybridations; on juge de la quantité de pollen puisée,

quantité qui doit toujours être minime, un seul grain de quelques millièmes de millimètres de diamètre étant théoriquement suffisant pour effectuer une fécondation; de plus, l'opération se fait très aisément en renversant le bout de la plume sur le stigmate, tout en lui faisant décrire un petit mouvement de va-et-vient au-dessus de ce dernier.

La pollinisation terminée, avant de procéder à une fécondation au moyen de pollen provenant d'une autre lignée, on doit avoir soin ou bien d'utiliser un nouvel instrument ou bien de tuer, par immersion dans un peu d'alcool à 90°, les grains de pollen provenant de l'opération précédente et qui pourraient encore adhérer au pinceau ou à la plume. A ceci la plume métallique se prête encore mieux que le pinceau, celui-ci ne séchant que lentement et se détériorant assez rapidement par des immersions répétées.

A quel moment faut-il opérer la fécondation ? — La durée de vitalité du pollen étant *brève*, il est préférable, au lieu de polliniser, l'un après l'autre, tous les stigmates d'un épi castré, de ne féconder que les éléments femelles arrivés à un stade où ils sont immédiatement fécondables : on s'aperçoit de cette maturité sexuelle à l'étalement complet des deux branches de la plumule et à l'aspect brillant que donne à celles-ci la sécrétion d'un liquide sucré qui a pour but d'augmenter l'adhérence des grains de pollen et de provoquer leur germination.

Comme chez toutes les céréales à épi, ce sont les épillets du tiers moyen qui sont mûrs les premiers, ce seront donc ceux-là qui devront être fécondés les premiers. Par temps favorable, la floraison s'avance rapidement : en l'espace de 3-4 jours la totalité des fleurs d'un épi peuvent s'être épanouies; donc environ deux jours après la fécondation des fleurs du milieu, on devrait procéder à la pollinisation des autres fleurs des extrémités, bien entendu par temps normal.

Si on a choisi le bon moment pour effectuer le croisement, si la plumule est à point, on peut être quasi certain de la bonne réussite de l'opération; si non, il est à conseiller de polliniser deux fois les mêmes fleurs à un jour d'intervalle.

Ne pas oublier de réajuster, après chaque opération, la coiffe protectrice autour de l'épi (1).

Deuxième méthode. — D'après cette méthode, on ne récolte pas de pollen, mais on pollinise la plumule en la tapotant prudemment avec une anthère déhiscente, c'est-à-dire émettrice de pollen, prélevée soit directement aux plantes paternelles soit à des fleurs d'épis coupés. La même anthère peut, à la rigueur, servir pour plus d'un stigmate.

Cette méthode est plus facile que la précédente : elle évite les complications de la récolte du pollen; en outre, la fécondation est mieux assurée, le pollen rendu ainsi immédiatement utilisable ayant gardé toute son énergie vitale. La seule difficulté d'application réside dans la nécessité de trouver suffisamment

(1) Chez MM. de Vilmorin, les habiles sélectionneurs de Verrières-le-Buisson, on remplace la coiffe par un gros fil de laine qu'on enroule autour des épillets : on y dit grand bien de cette méthode.

d'anthères entrant en déhiscence et cela à l'intérieur des fleurs avant que l'allongement des filets et l'entrebaillement des glumelles aient fait saillir l'anthère au-dehors, ce qui aurait pour effet de la rendre impropre à son emploi comme instrument d'un croisement artificiel, à cause des risques de mélange avec du pollen d'autres lignées qui aurait pu y être apporté par le vent.

Le meilleur moyen de trouver la quantité nécessaire d'anthères est de prélever, pendant une matinée bien chaude, des épis chez lesquels apparaissent les sommets des premières anthères en déhiscence.

Tschermack, le distingué génétiste praticien de Vienne, préconise (1) des « tours de main » pour provoquer l'émission du pollen chez les anthères mûres, tours de main qui sont en gradation ascendante d'intensité d'effet: l'ébranlement des fleurs, l'écartement répété des glumelles, au moyen des pinces, l'arrachage de celles-ci afin d'exposer les anthères à l'action directe des rayons solaires.

Troisième méthode. — On dépose sur le stigmate de chaque fleur castrée une anthère venant d'entrer en déhiscence ou qui est sur le point d'émettre son pollen. Après avoir ainsi introduit l'anthère, on referme, sur les deux éléments sexuels mis en contact, les glumelles, en en assurant la fermeture par une pression de la pince.

C'est la méthode préférée par beaucoup de praticiens, entre autres par Tschermack, qui souvent obtient ainsi près de 100 p. c. de réussites. Elle a un double avantage : d'abord il est inutile de recommencer l'opération sur les mêmes fleurs; ensuite, comme il s'agit d'effectuer cette pollinisation successivement sur les fleurs du milieu de l'épi puis sur celles des deux extrémités, au fur et à mesure de leur maturité, la présence d'une anthère flétrie à l'intérieur d'une fleur est un indice certain que chez cette fleur l'apport artificiel de pollen a été déjà fait et qu'il est par conséquent inutile de recommencer l'opération.

Quelle que soit la méthode employée, aussitôt l'opération exécutée, on remet la coiffe d'isolation; plus tard, quand les floraisons sont terminées, on peut l'enlever et la remplacer, si on le juge utile, par une coiffe protectrice en gaze.

III. — Semis de la première génération hybride (F1).

La technique du semis des premières générations après croisement est autre que celle employée à la plantation des élites lors d'une amélioration individuelle simple. Il s'agit, en effet, d'assurer autant que possible une germination totale, vu l'importance capitale que possède virtuellement chaque graine. D'autre part, nous savons que pour avoir la chance de voir apparaître,

(1) E. von Tschermack. — *Beitrage zur Vervollkommung der Technik der Bastardierungszüchtung der vier Hauptgetreidearten.* (Contributions au perfectionnement de la technique de l'amélioration chez les quatre céréales principales.) (Zeitschr. für Pflanzenzüchtung, 1921, pp. 1-13, Berlin, P. Parey).

à la F2, toutes les formes nouvelles qu'on peut attendre d'un croisement, il faut pouvoir disposer, à cette génération, d'un nombre de plantes souvent très élevé : on considère *généralement* qu'un minimum de 200 plantes est nécessaire, afin d'avoir la quasi certitude de l'apparition de la totalité des combinaisons homozygotes qu'on peut espérer.

Il est vrai que pour les céréales, par exemple, la constitution de l'inflorescence et le phénomène du tallement facilitent beaucoup une multiplication rapide. Néanmoins, afin d'obtenir le plus grand nombre possible de graines pour la F2, il faut favoriser cette faculté de tallement.

Pour ces motifs, obtention d'un pourcent élevé de germination et d'un bon tallage, on plante très souvent les graines de la F1 dans des pots à fleurs, remplis de bon terreau de feuilles et de fumier mélangé à de la bonne terre de jardin; les quelques graines de chaque sachet ou de chaque numéro d'hybridation sont « plantées » dans le même pot, si les dimensions de celui-ci ou le nombre de ceux-là le permettent. Ce pot, ou l'ensemble des pots qui ont reçu les graines de chaque sachet, recevra une étiquette mentionnant le numéro de l'hybridation : ou encore — ce qui est préférable — ce numéro sera peint sur les parois du récipient, au moyen d'un jeu de chiffres.

Certains croisements pourraient fournir des graines rabougries, recroquevillées, il ne faut pas les jeter; leur embryon étant très souvent viable, elles peuvent donner des plantules d'aspect normal.

Afin de favoriser le développement régulier des jeunes plantes, les pots doivent rester, aussi longtemps que les intempéries le permettent, à l'extérieur afin d'empêcher l'allongement exagéré et l'étiolement des jeunes plantes et de provoquer la formation d'un bon nombre de nœuds de tallement. Ce ne serait qu'en cas d'alternances de gelées sans neige et de dégels rapides qu'il faudrait songer à les abriter, soit à l'intérieur, en bon éclairage, devant une fenêtre, soit en serre. Nous nous sommes toujours bien trouvés en enterrant les pots contre une façade exposée au S. ou au S. W., à l'abri donc des grands vents pouvant casser les plantules et des fortes gelées : sous un léger bâti en lattes et chevrons, on peut, quand il y a danger, abriter tout l'ensemble des pots au moyen de bâches ou de paillassons; quand le temps, relativement favorable, permet un dégagement complet, un filet protège les plantules contre les déprédations possibles des oiseaux.

Aussitôt le printemps venu, dès que de fortes gelées ne sont plus à craindre, on transporte les pots sur la parcelle réservée aux générations hybrides dans le jardin d'amélioration et on opère soigneusement la mise en place des plantules, en ayant soin de remplir les trous avec le terreau des pots ; comme il s'agit ici de provoquer exceptionnellement un tallement assez puissant, en vue d'obtenir le plus de graines possible pour la deuxième génération hybride, on peut planter à des distances sensiblement plus grandes que pour les élites : par exemple 0.10 m. ou 0.15 m. sur 0.20 m.; il est inutile cependant de pousser trop loin cet espacement, l'exagération du tallement étant plus nuisible qu'utile. Il est de la plus haute importance, on le comprendra sans peine, de repérer exactement chaque série de plantes provenant du même croisement, et cela sur un plan soigneux de la parcelle englobant l'ensemble des F1.

Quant aux observations à faire pendant la période de végétation, leur importance dépend du but prédominant qui a dirigé les croisements : est-ce un intérêt scientifique pur qui a guidé l'hybridation, alors l'enregistrement des moindres détails de végétation de la F1 peut avoir son importance; est-ce plutôt, comme c'est généralement le cas, un but purement pratique qu'a envisagé le sélectionneur, l'importance de cet enregistrement décroît très sensiblement puisque cette première génération hybride est pratiquement inutilisable comme telle et ne doit son importance qu'au fait qu'elle doit fournir la semence pour la deuxième génération, où apparaîtront les formes nouvelles. Dans ce dernier cas donc, on se bornera à donner tous les soins d'entretien et à éloigner tout danger de déprédations.

La récolte se fera par arrachage des plantes au fur et à mesure de la maturation; seront rassemblés en une même petite gerbe soigneusement étiquetée, tous les individus de première génération portant le même numéro, c'est-à-dire issus d'un même croisement, de la fécondation des diverses plantes d'une même lignée pure par du pollen prélevé sur des touffes d'une autre lignée pure. Chaque groupement portant le même numéro — individu unique ou ensemble de plusieurs plantes — sera égrené et les graines seront soigneusement ensachées. Si un but scientifique est envisagé en ordre principal ou même en ordre secondaire, il faut enregistrer les principales données morphologiques et physiologiques de chaque F1 (longueur et couleur de la paille, type, couleur et compacité de l'épi, forme, grandeur, couleur, texture du grain, précocité, maladies éventuelles, etc.) ; si le but du croisement est uniquement pratique, on peut se passer de toute analyse.

Il est évident qu'il ne s'agit pas, comme lors de l'égrenage des élites, de faire subir à la semence un triage : toutes les graines provenant de la F1 doivent être mises en terre, afin d'augmenter autant que possible le nombre des individus de la F2 et la chance de trouver, à l'état de pureté, toutes les combinaisons envisagées.

IV. — Semis de la F2.

Toutes les graines provenant de chaque croisement sont donc semées une à une, en lignes équidistantes et à égale distance dans la ligne : ceci afin d'assurer des conditions sensiblement égales de nutrition et afin de prévenir tout danger d'intrication des plantes. Ce semis-plantation se fera d'après les méthodes précédemment décrites pour le semis des élites : d'après la quantité des plantes dont on dispose on utilisera la grandeur des parcelles d'élites de première génération (ligne de 20 plantes à 0.075 m.) ou celle des parcelles d'élites de deuxième génération (lignes de 60 plantes à 0.05 m.). On aura autant de parcelles de F2 qu'il y a eu de croisements effectués.

La suite des opérations sortant du domaine de la technique pure, a été exposée, précédemment, dans le chapitre traitant des méthodes d'amélioration après croisement.

TROISIÈME PARTIE

L'AMÉLIORATION SPÉCIALE DES PRINCIPALES PLANTES DE LA GRANDE CULTURE

Dans les deux premières parties de ce manuel, nous avons étudié, en détail, les méthodes générales de l'amélioration; il nous reste, dans une dernière subdivision, à appliquer ces généralités à l'amélioration de nos principales plantes cultivées. Nous nous y étendrons un peu longuement sur l'amélioration des plantes *allogames,* c'est-à-dire à fécondation croisée naturelle; cette allogamie amène, en effet, certaines modifications de technique que, dans un but d'unité, nous n'avons pas envisagées dans les parties précédentes.

Pour chaque culture, nous suivrons autant que possible, dans cet exposé, un certain ordre; nous y envisagerons, successivement, les directives d'après lesquelles peut se faire l'amélioration, les points spéciaux de la technique, les caractéristiques spéciales de la biologie florale et la façon dont se comportent les principaux caractères lors d'une hybridation.

CHAPITRE I.

L'AMÉLIORATION DES CÉRÉALES A AUTOGAMIE PRÉPONDÉRANTE

I. L'AMÉLIORATION DU FROMENT (*Triticum vulgare*)

§ 1. — Directives de l'amélioration.

1° Le rendement. — Le rendement — et ceci est une affirmation quasi générale pour toutes les céréales — est le but primordial vers lequel tend toute tentative d'amélioration : chez le froment, on n'envisage pas tant le poids de

la récolte en *paille* — ce rendement, en effet, n'est ici que d'une importance tout à fait relative et des chaumes trop longs prédisposent même facilement à la verse — mais le rendement en *grain* qui, base mondiale de la panification, a, chez cette céréale, une importance capitale.

Les facteurs directs du rendement sont, outre le tallement, le nombre moyen de graines par épi et leur poids, celui-ci étant déterminé comparativement lors de l'analyse des récoltes par le poids des 100 ou des 1000 graines ainsi que par le poids du volume (1).

Ces données sont, à leur tour, fonctions de la durée de végétation (les races tardives possèdent en général plus de grains par épi, des grains plus farineux, moins glutineux et par conséquent de moindre qualité nutritive que les variétés à courte durée végétative), du type de l'épi, de sa compacité et de la résistance aux maladies, au froid et à la verse.

2° La densité de l'épi en étages d'épillets (D) ou compacité. — Ce caractère prend une très grande part dans la détermination de la forme de l'épi. Chez les froments cette compacité varie dans de très larges limites depuis la petite densité des vieilles formes locales, formes à épis très lâches, jusqu'aux densités élevées des épis très courts de *Triticum compactum* ou « Blé Hérisson ».

Il est certain que le rendement est sous la dépendance du mode d'arrangement des épillets le long du rachis : le rendement en grain est toujours peu élevé chez certains types « locaux » de nos régions, types à petite densité et il en est de même à l'autre extrémité, chez certains froments étrangers dits « Hérisson », qui sont du type « *compactum* » (densité moyenne : 47) où la présence d'un grand nombre d'étages d'épillets le long d'un rachis très court amène une formation excessivement serrée des épillets et par le fait même une très sensible réduction dans la grosseur et le poids des graines. C'est chez les sortes à *densité moyenne* d'épi qu'on trouve les races à rendements élevés.

Le but spécial de ce manuel d'ordre surtout pratique ne me permet pas d'entrer dans les détails de classification du genre *Triticum* : ceux que sa systématique intéresserait pourront consulter avec fruit les travaux de Vilmorin (2), d'Erikson (3), et de l'Ecole de Svalof, ainsi que la très belle description des variétés américaines, œuvre toute récente des « Céréalistes du Département

---

(1) Voici, à titre documentaire, d'après Fruwirth, quelques chiffres concernant ces poids : *Poids des* 1000 *graines* : Limites : 15-70 grammes; bonnes sortes : 25-40 gr.; très bonnes : au-dessus de 35 grammes. — *Poids du litre* : Limites : 710 à 820 grammes; bonnes sortes : 730 à 770 gr.; très bonnes sortes : au-dessus de 770 grammes.

(2) Vilmorin-Andrieux et C^ie^. — Les meilleurs blés. Description et culture des principales variétés de froments d'hiver et de printemps. VII + 175 ps., pls .col. Paris, 1880.

Vilmorin-Andrieux et C^ie^. — Supplément aux meilleurs blés. — II + 58 p., pls en noir. Paris 1908.

(3) J. Erikson. — Beitrage zur Systematik des kultivierten Weizen. (Die landwirtschaftl. Versuchs-Stationen, XLV, 1895, p. 37. Berlin, Parey).

de l'Agriculture des Etats-Unis » (1) et surtout la superbe monographie, vrai monument de morphologie, d'anatomie et de systématique que le professeur anglais, J. Percival (2), vient de consacrer au Froment.

Qu'il me suffise de dire que, parmi les multiples variétés de froment communément cultivées dans nos contrées et dans les régions avoisinantes, on peut distinguer *trois* types fondamentaux, au point de vue de la densité ou compacité de l'épi, le dernier se subdivisant en deux groupes importants. (Voir fig. 33).

6 4 5 3 1 2

Fig. 33. — Divers types de froment : 1. Type « local »; 2. Var. améliorée Vilmorin, type « Bordier »; 3. Idem, type « Bon Fermier »; 4. Squarehead proprement dit; 5. Squarehead en massue allongée; 6. Squarehead en massue typique.

Un premier type réunit les formes « *locales* » à petite densité, à épi très effilé au sommet, à épillets peu larges, à épillets de la base très souvent stériles sur une assez grande longueur; quelques vieilles variétés sélectionnées par les frères Vilmorin à Verrières-le-Buisson rentrent dans cette catégorie.

Un deuxième type, que j'appelerai « *type amélioré Vilmorin* » possède un épi de longueur dépassant généralement celle du type suivant et accusant une densité moyenne de 25, donc à épillets encore assez bien distancés, à extrémité peu effilée et portant quelques courtes arêtes; les épillets de ce type sont beaucoup plus larges que chez le type « local ». Ces caractères sont souvent associés à d'autres détails morphologiques et physiologiques : revêtement cireux bleuté des tissus tégumentaires, brièveté du chaume, précocité. Nous rangerons entre autres, dans ce type les hybrides « Bon Fermier », « Hâtif inversable » et

(1) J. A. Clark, J. H. Martin et C. R. Ball. — Classification of american wheat varieties. 238 p., 75 fig. 60 pl. (U. S. Departement of Agriculture, Bureau of Plant Industry, Bulletin n° 1074, 1921, Washington, D. C.).

(2) J. Percival. — The wheat plant. A monograph. — X + 463 p., 228 fig. et photogr. (London, Duckworth and C°, 3, Henrietta Street, Covent Garden, W. C.) 1921.

« des Alliés » (ceux-ci à densité moyenne de 24-26 environ), les hybrides « du Trésor » et « Bordier » (densité moyenne de 23).

Dans un troisième type, nous réunirons tous les froments dits « *Squarehead* » (1). (« Square » = carré, « head » = épi) ; ce terme est devenu une appellation collective englobant des formes compactes, à densité moyenne de 32, généralement tardives et à hauts rendements. Pratiquement, on peut subdiviser cet ensemble en deux groupements importants : les Squarehead proprement dits et les Squarehead en massue.

Les froments du premier groupe, celui des *Squarehead proprement dits,* réunissent les caractéristiques suivantes : compacité régulièrement répartie le long du rachis, épi à section formant sensiblement un carré et à extrémité non effilée, se terminant plutôt obtusément. Appartiennent, par exemple, à ce type: le « Wilhelmine » (dont le « double Stand-Up » semble être un synonyme), le « Grenadier » l'« Extra-Squarehead », le « Soleil », le « Pansar », le « Fylgia », tous cinq de Svalof, le « Blanc inversable » de Vilmorin.

Les froments du deuxième groupe des Squarehead sont constitués par les formes dites « *en massue* », dont voici les caractéristiques : rachis de longueur plutôt petite, partie supérieure de l'épi élargie, renflée, de façon à donner à l'ensemble la forme d'une massue, densité *irrégulièrement* répartie le long de l'axe, la partie inférieure étant peu compacte, les épillets de la partie supérieure étant, au contraire, très serrés. C'est surtout en Allemagne qu'ont été créées les formes en massue : citons comme exemple typique : l'Hybride précoce de Rimpau.

Faisons remarquer, à ce propos, que même chez les Squarehead proprement dits on constate généralement, vers le 1/3 supérieur, une insertion plus serrée des épillets sur le rachis, mais cette différence dans la densité des diverses régions de l'épi n'y atteint pas, même de loin, le degré qu'on rencontre chez les formes dites « en massue ». Elle s'accentue cependant assez fortement dans les cas de surnutrition, par exemple quand un hiver rigoureux, ayant considérablement éclairci l'emblavement d'un Squarehead, provoque, avec l'augmentation du tallement, un changement souvent profond dans le type de l'épi, qui peut ainsi se transformer en une massue très allongée montrant des différences caractéristiques de densité : c'est ce que nous avons constaté en 1921 (Fig. 26).

Dans certaines circonstances spéciales nous pouvons donc voir apparaître, chez un Squarehead, des formes plus ou moins « en massue » : mais les générations ultérieures, cultivées en année ordinaire, reviennent au type Squarehead régulier. En circonstances normales, deux lignées pures, l'une du type Squarehead, l'autre du type « massue » garderont intacts, à travers les générations successives, l'aspect caractéristique de leurs épis.

(1) Ce nom fut celui d'une variété tardive, à haut rendement, trouvée vers 1868 dans Yorkshire par S. D. Shirreff. Percival, dans sa monographie, relate que des Squarehead typiques étaient déjà cultivés, sous d'autres noms, dès 1839. Quoi qu'il en soit, cette variété a été répandue, dès 1870, dans toutes les grandes régions de culture de l'Europe. Depuis lors, ce terme est devenu un terme collectif englobant un très grand nombre de variétés. (Ex. Extra-Squarehead de Svalof, Squarehead de Beseler, de Criewen, de Strube, de Master, etc.)

Quelle est l'influence de cette hétérogénéité de formes sur le rendement et sur l'aspect du grain ? Il fut une époque où, en Allemagne surtout, on préconisait beaucoup la culture des sortes en massue : depuis quelques années on est revenu de cet engouement : et en même temps que les « Squarehead », les « Vilmorin » et les races indigènes, on ne cultive plus que des formes en massue dégradée, surtout quand, comme chez l'Hybride précoce de Rimpau, ils jouissent de qualités physiologiques importantes, comme la précocité ou la résistance au froid. En effet, l'exagération, chez les formes en vraie massue, d'une part, de l'écartement des épillets à la partie inférieure et, d'autre part, de leur rapprochement au sommet de l'épi, amène respectivement, à la base, une trop grande diminution du nombre de graines par unité de longueur d'axe non suffisamment compensée par l'accroissement en grosseur et en poids, et, au sommet, une diminution considérable du poids des graines sans compensation suffisante du nombre. A cause de cette grande irrégularité, les formes en massue très prononcée doivent généralement être écartées de la culture.

Si parmi les sortes à densité régulière, on compare celles qui ont une densité moyenne assez élevée (« Squarehead ») à celles qui ont des épis à paliers assez distancés (« Vilmorin »), on observe que les premières accusent généralement un plus grand nombre de graines par épi mais qu'en revanche les graines des secondes sont plus grosses et plus pesantes ; aussi donnent-elles, au triage, un déchet beaucoup moins élevé en petit grain. Généralement ce n'est donc pas ici le rendement qui est en discussion : mais ce sont les caractères dits « biologiques » (résistance à l'hiver, à la sécheresse, aux rouilles, à la carie, à la verse) qui doivent diriger le choix de telle ou telle de ces variétés, de préférence à une autre, et cela d'après les caractéristiques locales de sol et de climat.

3° Le tallement. — Le tallement est-il un caractère héréditaire ou non ? Est-il exclusivement sous la dépendance des facteurs locaux (richesse du sol, distance de semis, etc.), ou existe-t-il des sortes ou des lignées qui, en moyenne et en conditions normales, tallent davantage que d'autres ? Il semble qu'il faille répondre affirmativement : cependant, les influences locales sont ici tellement puissantes qu'elles diminuent de beaucoup l'importance qu'il faut attacher à ce point dans l'amélioration.

Quoiqu'il en soit, si dans la purification d'une population de froment ou dans la création, par croisement, de formes nouvelles, il faut résolument écarter des plantes à tallement absolument insuffisant, il ne faut pas non plus verser sous ce rapport dans le défaut contraire ! L'exagération du nombre des épis amène la formation d'un grand nombre de repousses qui resteront vertes ou qui auront des épis mal formés, ne mûrissant pas, elle provoque ainsi l'irrégularité de développement, de maturité et, par le fait même, de l'aspect du grain.

4° La durée de végétation. — Il s'agit ici d'un caractère physiologique spécifique des lignées et héréditaire : il y a des sortes précoces, mi-tardives et tardives ; il y a des populations non encore purifiées dans

lesquelles une amélioration individuelle pourrait isoler des lignées très différentes à ce point de vue.

Il semble qu'il existe un certain antagonisme entre le rendement et la précocité : les variétés tardives sont généralement d'un meilleur rendement que les sortes précoces; cet antagonisme s'explique d'ailleurs par des considérations d'ordre physiologique.

L'opposition entre ces deux caractères ne doit pas empêcher le sélectionneur de considérer la précocité de maturation comme une excellente directive de l'amélioration, au même titre par exemple que le rendement : ceci est surtout vrai pour les régions où l'allure du climat exige une courte durée végétative; mais même pour les pays à conditions climatériques normales, la culture d'une sorte précoce présente, comme on le sait, de grands avantages, et rien n'empêche le sélectionneur de s'efforcer, par des croisements judicieux, de créer des lignées qui, alliant la précocité à un rendement de plus en plus satisfaisant, battent en brèche l'antagonisme existant entre ces deux caractères importants.

5° La résistance au froid. — Pour les pays plus ou moins septentrionaux ainsi que pour certaines régions montagneuses des pays tempérés, cette directive de l'amélioration est bien certainement une des plus importantes.

La résistance au froid ou, au contraire, la susceptibilité de certaines sortes et lignées vis-à-vis de cet agent atmosphérique, est une qualité ou un défaut héréditaire, qu'à cause même de cette transmissibilité et de sa grande importance, il est du devoir du sélectionneur d'envisager avec la plus grande attention.

Afin de créer des lignées adaptées à ces climats plus rudes parmi lesquels je citerai, pour la Belgique, les hauts plateaux du Condroz, de la Famenne et des Ardennes, la sélection généalogique et l'amélioration par hybridation auront tout spécialement recours à ces vieilles *races locales* si précieuses par leur rusticité, populations acclimatées où l'on trouvera aisément à isoler des lignées plus productives, qu'on fera entrer dans des croisements où l'autre géniteur sera une lignée d'une sorte à rendement supérieur, judicieusement choisie.

Il est de toute évidence que les essais comparatifs devront se faire dans la région même où les lignées seront cultivées et cela pendant plusieurs années, afin d'étudier leur façon de se comporter, aussi bien lors des hivers très rigoureux que lors des mauvaises saisons normales.

La technique opératoire après hybridation ne pourra, dans ce cas spécial, n'être que celle qui a été développée plus haut, c'est-à-dire : sélection massale dans la région d'utilisation, et cela pendant six à sept années, de la population formée par la deuxième génération hybride, dans le but d'éliminer les lignées hétérozygotes instables et les lignées à résistance insuffisante, de façon à ce que la population finalement unifiée ne soit composée que d'un mélange de quelques lignées constantes, fixées, douées toutes du même degré élevé de rusticité. Cette purification peut être poussée alors à ses dernières limites par le choix d'un grand nombre de plantes-mères, qui seront autant de points de départ de nouvelles sélections individuelles.

La station qui s'occupera de ces essais spéciaux sera de préférence fondée dans la région d'utilisation, qu'elle soit indépendante ou qu'elle ne soit qu'une succursale d'une station centrale ; citons, comme exemples, en France, la station de Colmar (Vosges), en Suisse, celles de Mont-Calme (Lausanne) et de Zurich ; en Suède, Ultuna et Lulea vers l'extrême Nord, toutes deux filiales de la grande station de Svalof : ces sous-stations non seulement essaient, dans les régions d'utilisation, les nouvelles lignées spécialement créées pour elles, par le laboratoire central, mais s'occupent en outre elles-mêmes d'essais spéciaux d'amélioration.

6° La résistance aux maladies. — Les maladies contre lesquelles la sélection a le plus à lutter sont : la *rouille* et la *carie ;* parmi elles, c'est la dernière qui, à raison, est considérée par les cultivateurs comme étant la plus nuisible, réduisant considérablement, certaines années et chez certaines variétés, les rendements et dépréciant beaucoup la valeur vénale de la marchandise. Cela ne veut pas dire qu'il faille négliger la résistance à la rouille comme but d'amélioration : il est certain que beaucoup de praticiens sous-évaluent les dégâts que cette maladie peut causer ; si la valeur marchande de la semence n'en est pas dépréciée, il n'en est pas moins vrai qu'une forte attaque de rouille déprime sérieusement les rendements; l'importance des dégâts de cette maladie s'accroît encore du fait que le sulfatage ou le formolage ne peuvent lutter avec succès contre les attaques de la carie, tandis qu'il n'y a guère de moyen de lutte pratique contre la rouille.

La technique générale de l'amélioration au point de vue spécial de la séparation des lignées résistantes à ces maladies et de la création de nouvelles sortes non susceptibles est la même que celle qui est en usage pour la sélection de variétés capables de résister aux gelées.

7° Résistance a la verse. — La verse est un accident qui est sous la dépendance d'un ensemble très complexe de facteurs divers, qui, précédemment déjà, ont été l'objet d'une discussion critique. Il est incontestable, néanmoins, que la résistance à la verse est en raison directe de la résistance du chaume à la rupture ; et il n'est pas moins vrai de dire que cette dernière dépend de la structure anatomique de la tige. Or, il paraît certain que cette structure est une caractéristique de lignée, c'est-à-dire que certaines descendances peuvent avoir une structure anatomique telle, que l'augmentation du nombre normal des faisceaux libéro-ligneux et par le fait même, l'augmentation du nombre de fibres, ensembles rigides de soutènement du chaume, accroissent, dans des limites assez notables, leur résistance à la rupture.

C'est à l'améliorateur à isoler, par sélection directe, ces lignées à l'intérieur de populations intéressantes; certes, en ceci, le microscope peut être d'un grand secours, mais il n'en est pas moins vrai que, tout comme pour les autres caractères d'ordre physiologique, ce sera l'observation directe en plein champ des descendances en comparaison qui sera le meilleur criterium pour leur choix ou leur élimination.

8° Résistance a la sécheresse. — Tous les froments peuvent, certai-

nes années, être soumis à des périodes plus ou moins longues de sécheresse; mais c'est surtout dans quelques régions à température estivale très élevée, à sécheresses habituellement prolongées, à sol très perméable ou superficiel, à sous-sol constitué par des roches en pente le long desquelles le peu d'eau tombée ruisselle rapidement, qu'il faut cultiver des sortes auxquelles l'organisation anatomique des tissus plus ou moins du *type xérophile* (1) permet d'utiliser les petites réserves d'eau en limitant autant que possible l'évaporation; de plus, comme très souvent ces régions à sécheresses estivales sont gratifiées d'hivers rudes, on doit pouvoir y disposer de sortes qui peuvent être semées tard au printemps, par conséquent de sortes à courte durée végétative.

Voilà encore des directives bien intéressantes pour un sélectionneur qui voudrait créer des lignées spécialement outillées pour ces régions.

A titre d'exemple, citons ici la Station d'amélioration de Rieti (Italie), qui, sous la direction de Strampelli, a créé depuis quelques années diverses lignées nouvelles de froment dont la caractéristique principale est la résistance à la sécheresse : le « Rieti amélioré », le « Carlotta Strampelli », l' « Ardito » et d'autres encore ont été très favorablement accueillis partout où les conditions climatériques faisaient exclure la plupart des autres variétés: dans le centre de la France, au Brésil méridional, en Argentine septentrionale et dans divers pays méditerranéens.

9° Haute teneur en gluten. — La création de lignées de froment à teneur élevée en matières azotées est désirable, vu leur grande plus-value nutritive : il y a longtemps déjà, quelques sélectionneurs, Biffen, à Cambridge, entre autres, ont dirigé leurs efforts de ce côté; actuellement, grâce au Congrès International de Paris (1923) et à divers Comités spéciaux, l'amélioration du blé s'est imposée à nouveau cette directive : élévation de la teneur en gluten.

Aucun caractère n'est autant sous la dépendance du milieu et des circonstances locales que celui-ci : il varie, chez la même sorte, chez la même lignée, d'après la constitution du sol, le précédent, la fumure appliquée, l'allure climatérique de l'année. Dès lors, une amélioration dans ce sens est-elle possible ?

Théoriquement et même pratiquement, oui. Il résulte en effet des recherches de multiples techniciens de la génétique appliquée que la teneur *moyenne* en matières azotées est un caractère qui est très souvent héréditaire à l'intérieur de la lignée.

Les déterminations comparatives de la teneur, quelle que soit la méthode adoptée, peuvent se faire sur de petits échantillons de graines prélevées à chaque épi d'une touffe, chaque fois à la même place. Les méthodes employées sont :

(1) Dans ces régions à sécheresses prolongées, il se forme une végétation spéciale, xérophile comme on dit, dont l'organisation tend à limiter autant que possible l'évaporation de l'eau des tissus, par des revêtements cireux aux feuilles, des cuticules épaissies, des stomates enfoncées, des hypodermes plus développés, etc.

A) *La méthode chimique par analyse directe* des matières azotées, du gluten et de ses composants : la gliadine et la gliadénine. (Voir un traité de Chimie analytique).

C'est certainement la méthode la plus exacte, mais elle n'est pas à la portée de tous et exige la contribution d'un spécialiste.

B) *La détermination de la couleur.* C'est une méthode rapide et facile, basée sur le fait que, généralement, les graines de couleur foncée accusent une teneur plus élevée en matières azotées que les semences de couleur claire, qui sont plutôt farineuses.

Les couleurs fondamentales du grain de froment étant le blanc, le jaune et le rouge, Fruwirth estime que les froments de couleur blanc-jaunâtre, jaune, jaune rougeâtre et rouge franc sont riches en amidon, tandis que les grains jaunâtres, jaune-brunâtres, rougeâtres et rouge-brun se distinguent par des teneurs plus élevées en gluten. La sélection des graines d'après la couleur peut se faire sur un fond foncé quelconque, directement ou dans des récipients en verre fin, bien transparent.

Fig. 34. — Epi normal de Froment.

Fig. 35. — Epi de Froment, avec épillets stériles à la base.

C) *La transparence ou l'opacité des graines.* — Un grain riche en gluten laisse passer plus facilement les rayons lumineux que celui qui est très farineux. Cet examen rapide se fait au moyen d'un *diaphanoscope,* appareil utilisé, dans le même but, chez l'orge et qui consiste essentiellement en une espèce de chambre noire portant, à sa partie postérieure, devant un verre dépoli, une plaque métallique perforée dont les perforations reçoivent les graines à observer, posées à plat; après avoir appliqué les yeux à la face antérieure de l'appa-

reil, on dirige celui-ci vers une source lumineuse quelconque : soleil, lumière électrique, etc.

Les grains farineux, interceptant presque complètement les rayons lumineux, ne se distingueront que confusément; les grains vitreux, au contraire, laissant filtrer beaucoup plus facilement la lumière, ressortiront en clair sur le fond de l'appareil.

D) *L'aspect vitreux ou farineux d'une section transversale du grain.* — L'aspect d'une telle section cornée, vitreuse ou farineuse, laisse conclure à une teneur plutôt élevée ou faible en matières azotées. Pour effectuer cette section, on dispose un petit lot de graines (10, 25, 50) perpendiculairement, dans des ouvertures spécialement aménagées dans une plaque métallique circulaire formant un des bras d'espèces de tenailles, l'autre bras étant formé par une plaque de même grandeur, circulaire et à bords bien aiguisés ; en refermant l'instrument, on opère la section simultanée des graines : on nettoie les plans de section au moyen d'un petit pinceau et on observe. Ces instruments nommés *farinatomes* sont surtout utilisés en technique de brasserie.

E) *La dureté des graines.* — Ce caractère n'est pas très sûr au point de vue spécial qui nous occupe. On a construit des appareils assez compliqués, pour déterminer le degré de dureté d'un grain; il est bien plus facile de comparer plus ou moins ces duretés en coupant quelques graines à la dent.

Quoi qu'il en soit, insistons encore, dans cette question de la teneur en gluten, sur les influences souvent très prononcées qu'ont, sur la vitrosité du grain, les circonstances locales de sol et l'allure du temps avant la maturation.

Nous avons personnellement constaté, certaines années, chez nos diverses lignées de froment en amélioration — et le fait est d'ailleurs connu partout — une vitrosité générale telle que la distinction entre les grains blancs d'un *Wilhelmine,* par exemple, et le grain roux d'un *Grenadier* ou d'un *Squarehead de Rimpau* s'effaçait presque complètement, tellement la farinosité caractéristique de la première variété avait fait place à une vitrification intense.

D'autre part, n'existe-t-il pas normalement, dans certains climats dits « maritimes », des actions antagonistes à une augmentation du gluten chez le froment ? Sous ces climats, le grain gros, bien rempli, farineux, pesant, est la normale ; vouloir y introduire, dans la culture, des sortes plus riches en matières azotées, à grain plus vitreux, plus petit, moins pesant, ne serait-ce pas une amélioration à rebours, au moins sous le rapport financier ? La plus-value éventuelle, sur le marché, du grain plus glutineux compensera-t-elle la diminution du rendement qui, très souvent, est de règle chez les froments à grain vitreux ?

On voit donc que si dans certains pays, dans certaines régions, il est de grande importance économique d'essayer par des croisements entre les races indigènes et les variétés américaines par exemple, d'augmenter la teneur en matières azotées des graines, il est d'autres régions, d'autrs pays où — je parle au point de vue des résultats économiques des cultures — le remplacement des sortes à grain franchement farineux par des variétés à graines plus vitreuses serait peut-être une opération financière plutôt médiocre.

10° Présence d'un certain nombre d'épillets stériles a la base de l'épi. — C'est un défaut qu'on trouve souvent chez les sortes non améliorées, défaut grave puisqu'il déprime sensiblement le rendement et défaut qu'il est possible d'éliminer ; en effet on trouve des lignées pures qui n'en sont pas affectées, qualité qui est héréditairement transmissible aux descendances des plantes-mères choisies. (Voir fig. 34 et 35.)

11° Fermeture insuffisante des glumelles. — Ce défaut est assez rare chez les froments d'automne; il est plus fréquent chez les froments de printemps ; là où il existe, il est cause d'un égrenage spontané en plein champ dès que la récolte ne peut coïncider avec la maturité. Il appartient au sélectionneur, par un choix raisonné des plantes-mères, de combattre ce défaut héréditaire.

§ 2. — Technique proprement dite de l'amélioration.

On trouvera tous les détails opératoires concernant le choix des plantes-mères, les semis, l'analyse des récoltes, en un mot concernant toute la technique de l'amélioration, dans la seconde partie du présent manuel. L'amélioration du froment ne s'écarte nulle part, dans sa technique, des indications détaillées qui y ont été données.

§ 3. — L'hybridation chez le froment.

La floraison. — Dans une touffe de froment, c'est l'épi de la tige principale, de celle qui est issue directement de la graine, qui fleurit le premier, ce qui n'est que normal; les épis des talles épanouissent leurs fleurs dans l'ordre de leur développement.

Dans chaque épi, la floraison débute vers la zone médiane puis marche vers les deux extrémités; les épillets de la base fleurissent les derniers; ces données ont leur intérêt quand il s'agit de prélever, en vue des fécondations artificielles, des anthères qui vont entrer en déhiscence.

Dans chaque épillet, c'est par la fleur inférieure que l'anthèse débute. La durée approximative de la floraison est de trois jours pour les fleurs d'un même épillet, de 5 à 6 jours pour tout l'épi, de 8 jours environ pour une touffe.

Au moment de la floraison, (fig. 36) les extrémités des glumelles de la fleur s'écartent quelque peu, laissant entrevoir le bout des anthères. Aussitôt une fente longitudinale se forme dans celles-ci et l'émission du pollen commence: les filaments supportant les anthères — les filets — commencent à s'allonger très rapidement, faisant saillir hors des glumelles les anthères qui, bientôt vidées, pendent flasques, le long de l'épillet. Tout ce processus, depuis l'entrebaillement des glumelles jusqu'à leur fermeture, ne dure que 15 à 25 minutes et l'émission du pollen s'effectue souvent en moins de 5 minutes. Détail intéressant et que nous avons observé fréquemment : par temps humide ou froid prolongé, les anthères émettent leur pollen dans la fleur encore fermée et celle-ci souvent même ne s'ouvre pas : dans ces cas, il y a donc *cléistogamie*.

L'anthèse commence de très bon matin, si la température est suffisante, environ 14°, d'après Fruwirth; un maximum de floraison apparaît ensuite vers 9 heures et un second l'après-midi, vers 3 heures, l'épanouissement des fleurs se continuant alors jusque vers le soir.

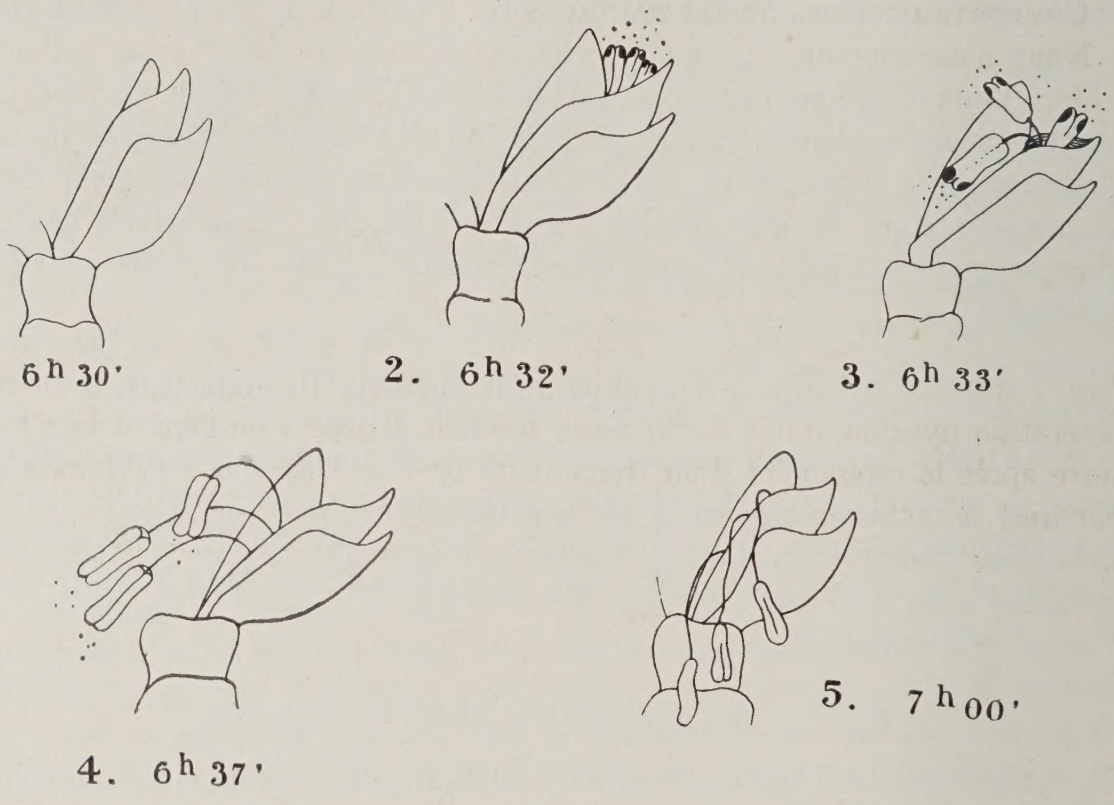


Fig. 36. — Marche de la floraison chez le Froment. (Une seule fleur de l'épillet est représentée) (*Dessin libre d'après Fruwirth, Handbuch der landw. Pflanzenzüchtung*).

Autogamie ou allogamie. — Chez le Froment, l'autogamie ou fécondation de l'ovule par le pollen de la même fleur (autofécondation) est de règle; l'allogamie ou fécondation d'un ovule par le pollen d'une autre fleur du même épi, ou d'une fleur d'un épi voisin de la même touffe ou encore d'une fleur d'une autre plante est toutefois possible, quoique suffisamment rare pour ne pas devoir, dans la pratique de cette amélioration, envisager l'emploi des méthodes spéciales en usage quand il s'agit de plantes à fécondation croisée.

La possibilité de croisements spontanés entre diverses lignées et variétés de froment et même entre froment et épeautre, entre froment et seigle, doit cependant être envisagée, lors des observations faites au cours de la végétation, surtout dès la pleine formation des épis; toute variabilité de quelque envergure, se manifestant brusquement à l'intérieur d'une lignée n'est pas toujours un cas de mutation mais doit très souvent être ramenée à celui d'un croisement naturel. De nombreux auteurs ont signalé de ces cas d'hybridation naturelle et il semble qu'ils sont surtout nombreux certaines années très sèches et très chaudes au moment de l'émission du pollen : c'est ainsi qu'en 1917, on a observé à la grande station d'amélioration de Saratof (Russie) un millier de cas de croisements spontanés entre froment et seigle. Il faut peut-être aussi rapprocher de ce fait l'apparition, en 1922, d'une centaine de cas d'allogamie

bien caractérisée entre diverses lignées de *Triticum* à la Station d'amélioration de Gembloux : cette année s'était distinguée par une longue période de sécheresse à l'époque de la floraison des céréales.

Technique de l'hybridation. — (Voir II[e] partie, Chap. V.)

Comportement des divers facteurs de Triticum dans les hybridations. Nous n'examinerons ici que les cas qui intéressent pratiquement l'amélioration. Deux expérimentateurs surtout ont réuni une très grande documentation personnelle concernant la façon dont se comportent les divers caractères de *Triticum* après croisement : ce sont Nilsson Ehle (Suède) et von Tschermak (Autriche) ; il convient d'y ajouter les noms de Biffen (Angleterre), Schribaux (Fance), A. et Gabrielle Howard (Indes Anglaises).

A. — Caractères morphologiques ou extérieurs. — a) *Densité ou compacité de l'épi* (D). — Ce caractère important se comporte, à la première génération hybride, d'une façon assez spéciale. L'aspect de l'épi, à la F1, sera autre après le croisement d'un froment du type « Hérisson » (*Triticum compactum*) à rachis très court, à épillets très serrés, avec un froment du type lâche, peu compact, qu'après l'hybridation de ce dernier par un vrai Squarehead.

Dans le premier cas, à la F1, il y aura dominance des caractères « grande compacité », « brièveté de l'axe » — toujours réunis — vis-à-vis du couple opposé : « allongement des entrenœuds de l'épi », « longueur du rachis » et, à la F2, disjonction normale de 3 touffes à épis plus ou moins « Hérisson » : 1 du type normal.

Au contraire, quand au lieu d'un froment du type *compactum* c'est un froment du type *Squarehead* qu'on croise avec un froment à épillets espacés, c'est ce dernier qui dominera à la F1. A la deuxième génération, les formes peu compactes prédomineront, avec présence de nombreuses formes intermédiaires entre elles et les types denses.

Généralement quand on obtient, comme dans ce dernier cas, à la F2 des séries quasi ininterrompues de formes, les types extrêmes sont homozygotes : dans le cas présent sont donc constantes les formes très denses et très lâches ; malheureusement les formes denses sont très souvent difficiles à distinguer, d'après leur seul aspect, des formes intermédiaires.

Les croisements effectués au point de vue du caractère densité donnent lieu souvent à des disjonctions bien plus compliquées, au cours desquelles apparaissent par exemple des formes denses, *squarehead*, après un croisement entre formes lâches, ou encore uniquement des formes intermédiaires et peu denses après des croisements où interviennent deux *squarehead*. Aussi Nilsson-Ehle admet-il, pour le caractère « densité de l'épi », des ensembles souvent assez compliqués de facteurs.

b) *Absence ou présence de barbes.* — L'absence de barbes est dominant à la F1, avec, généralement, disjonction typique, à la F2, en 3 mutiques et 1 barbu. Si un des géniteurs est un froment à épis mutiques, mais portant néanmoins quelques courtes arêtes au sommet, on observe souvent la dis-

jonction : 1 mutique : 2 quelque peu aristés à l'extrémité : 1 barbu. Howard a observé, chez des froments des Indes, la formule des dihybrides : 15 : 1.

c) *Longueur ou brièveté de la paille et des épis.* — Ce caractère est fortement influencé par la variabilité fluctuante. Le chaume court domine visiblement à la F1 et, à la génération suivante, se forme généralement une série complète à extrêmes homozygotes. Il semble certain que ce caractère est dû à l'interaction de plusieurs facteurs; d'où des disjonctions compliquées à la F2 et des cas nombreux de transgressions, c'est-à-dire d'apparition d'individus à paille plus courte ou plus longue que celle des géniteurs.

d) *Couleur des épis* (*glumelles*). — Cette coloration est due, chez les diverses variétés, tantôt à un facteur *unique* (3 : 1, si on réunit la totalité des individus colorés, sans faire de distinction entre les degrés de coloration, ou 1 très coloré : 2 plus ou moins colorés : 1 blanc), tantôt à un facteur *double* de coloration (15 colorés — AB, *a*B, A*b* — : 1 blanc, *ab*), tantôt à un facteur *triple* (63 colorés — A, B, C, AB, BC, AC, ABC — : 1 blanc, *abc*).

Suivant la règle générale, la coloration est dominante, à la F1, sur l'absence de coloration ou une coloration foncée se montrera dominante vis-à-vis d'une couleur plus pâle.

Le croisement de variétés à glumelles colorées donne souvent naissance à des lignées à épi blanc; nous avons expliqué précédemment comment la complexité de certaines combinaisons factorielles pouvait donner lieu à la formation de ces *nova*.

Faisons observer que quand on fait, pour la première fois, un dénombrement de plantes au point de vue de la coloration des épis, on arrive très facilement à exagérer le nombre des épis blancs : certains de ces derniers doivent être examinés par deux fois, avant de les ranger définitivement parmi les épis non colorés; il faut, en effet, un œil quelque peu exercé pour pouvoir déceler les dernières traces de coloration : un tel épi non complètement incolore se distinguera plus clairement au cours d'une révision de la petite gerbée des touffes à épis blancs, dans laquelle il se serait glissé.

e) *Vitrosité et farinosité des graines.* — Les influences locales sont ici tellement intenses qu'il n'y a vraiment pas possibilité de déterminer le mode de ségrégation de ces caractères qu'en hybridant des races pures dont l'une serait toujours vitreuse à un haut degré et dont l'autre serait normalement très farineuse : un des géniteurs ne pourrait donc être qu'un froment dur. Dans ce cas Biffen, qui, en Angleterre, s'est efforcé d'améliorer les sortes anglaises au point de vue de la richesse en gluten, a trouvé la disjonction caractéristique d'un mono-hybride à dominance ou de caractère intermédiaire (3 : 1, 1 : 2 : 1).

B. — Caractères physiologiques. — Une remarque générale s'impose: la grande majorité des caractères d'ordre physiologique sont dus à des ensembles factoriels constitués soit par un certain nombre de facteurs agissant tous dans le même sens et additionnant par conséquent leurs effets, soit par des facteurs de nature différente mais produisant des effets analo-

gues. De tout cela il résulte des disjonctions souvent très compliquées et surtout — et ceci, comme il a déjà été dit auparavant, a une très grande importance au point de vue de l'amélioration pratique — des disjonctions transgressives produisant des lignées nouvelles dont les caractères d'ordre pratique dépassent, en intensité, ceux des géniteurs.

La résistance à la verse, aux maladies, aux gelées, la précocité, sont autant de caractères qui répondent à cette constitution génétique compliquée ; quand nous y aurons ajouté le rendement, nous aurons l'ensemble des caractères d'ordre pratique qui peuvent faire juger une sorte.

Nous avons déjà vu que certains de ces caractères étant antagonistes, ils ne se laissent que difficilement, ou même pas, réunir dans une même lignée; on ne doit cependant jamais se lasser quand on est lancé dans la voie féconde de l'amélioration par hybridation.

Rimpau, en croisant un froment américain précoce avec un Squarehead tardif, a créé son « hybride précoce » qui, cultivé en Belgique depuis la guerre surtout, s'est généralement montré très hâtif, résistant au froid tout en donnant de très bons rendements.

Dois-je aussi citer l'exemple frappant qui nous est donné par l'institution de Svalof : dès que Nilsson-Ehle eût produit, par des croisements appropriés, un noyau de nouveaux froments à hauts rendements : le « Grenadier », le « Soleil », l' « Extra Squarehead », appliquant sa théorie des facteurs cumulatifs et de la transgression des caractères, il a continué, patiemment mais sûrement, sa voie ascensionnelle en recroisant les nouvelles sortes soit avec l'un ou l'autre de leurs propres géniteurs, soit entre elles, soit avec des variétés d'origines diverses; voyant ainsi s'accroître d'année en année les rendements, il a réussi en outre, aidé par son collaborateur et successeur Akerman, à y joindre par des liens dorénavant indissolubles tantôt la résistance à la rouille, à la carie, tantôt la résistance à la verse, tantôt la rusticité, ou bien simultanément quelques-uns ou même la totalité de ces caractères. C'est de cette façon qu'ont été produits successivement : « Soleil II ». « Soleil III », « Extra Squarehead III » et, plus récemment, « Pansar », « Fylgia », « Pansar II »; et la série est loin d'être close. Voilà, certes, un bel exemple de ce que peut un sélectionneur armé de savoir scientifique, de coup d'œil pratique et de patience.

Par ces recombinaisons répétées, jointes à des éliminations naturelles par les influences locales, on arrivera souvent plus rapidement au but qu'en voulant continuer, pendant des années, des séries d'améliorations individuelles; ceci est surtout vrai quand il s'agit de l'amélioration au point de vue de ces caractères si compliqués que le sont les qualités physiologiques.

§ 4. — Les mutations chez le froment.

Maints cas de variations brusques ont été observés chez le Froment, soit à l'intérieur des variétés, soit même dans des lignées pures; quelques variétés améliorées leur doivent l'origine.

Toutefois, quand on constate dans les lignées pures — et cela arrive fré-

quemment, lorsqu'on travaille avec un grand nombre de lignées diverses — de ces apparitions subites de formes aberrantes, qu'on ne se hâte pas de conclure invariablement à une mutation. Que de fois ne s'agit-il pas, en l'occurrence, de mélanges accidentels et, surtout, d'effets de croisements spontanés!

Nous l'avons vu, l'allogamie est possible et bien souvent elle ne s'exerce que chez un nombre très restreint de fleurs: on aura donc une F1 très limitée en tant que nombre d'individus. D'autre part, nous avons vu que les disjonctions de certains caractères étaient bien souvent assez compliquées chez *Triticum* : il ne faut donc nullement s'étonner de voir apparaître de temps à autre, à la suite de croisements spontanés, des formes extraordinaires, comme des individus à épis barbus dans une lignée mutique, des épis blancs dans des descendances à épis roux, etc.

En outre, certains types de Squarehead entre autres, sont assez instables; on a comme l'impression que certaines formes ne sont pas encore bien fixées.

Disons toutefois que les variations brusques ou mutations sont possibles chez le Froment et qu'il faut toujours avoir l'œil ouvert, des formes intéressantes pouvant ainsi voir le jour, mais ne concluons qu'à bon escient.

II. L'AMÉLIORATION DE L'ÉPEAUTRE (*Triticum Spelta*).

L'épeautre n'a pas, de loin, l'importance économique du froment : en Belgique il remplace cependant le froment commun dans diverses régions du Condroz, de la Famenne et de l'Ardenne, où les hivers trop rudes et les sols trop superficiels rendent la culture de ce dernier trop aléatoire.

Tout ce qui, dans les pages précédentes, a été dit concernant l'amélioration du froment trouve son application chez l'épeautre aussi me contenterai-je ici d'indiquer certains détails spéciaux à cette amélioration.

Technique. — La caractéristique principale de l'épeautre est d'avoir un grain dit « vêtu »; le battage, au lieu de faire sauter les graines hors des « balles », casse le rachis ou axe de l'épi à chaque palier d'insertion d'un épillet; celui-ci se détache donc en entier, laissant les graines enfermées dans les glumelles.

Il en résulte certaines modalités de l'analyse. (Voir le tableau.)

Analyse des Elite

(Extrait du Registre d'Analyses de la Stati

Numéro généalogique	Nombre de lignes plantées	Nombre de touffes récoltées	Nombre de touffes plantées	% de déchets	Nombre de tiges	Tallage moyen	Longueur moyenne de la paille	POIDS									
								Total de la récolte	de la paille	des épis	du grain vêtu (épillets détachés	Idem calculé pour 10 lignes	du 1/4 de litre	Pour 2 fois 100 amande			
														Total	des amandes	des env. glumelles des 200 am.	% d'a-
8	8	135	160	14 5	575	4.26	1.10	2340	1340	1000	840	1050	99.0	13.6	10.2	3.4	7
22	8	75	160	51.8	740	9.86	1.20	2920	1670	1250	1200	1500	98.0	12.8	9.9	2.9	7
99	8	124	160	21.2	632	5.10	1.25	2450	1420	1030	960	1200	106.5	12.8	10.1	2.7	7
76	7	106	140	22.8	730	6.89	1.23	2610	1410	1200	1135	1625	97.5	14.5	10.9	3.6	7

a) On détermine le rendement en grain vêtu ou, mieux encore, le rendement en épillets.

b) Le poids du 1/4 de litre est établi de la même façon.

c) Afin de déterminer le poids net des graines ou, ce qui revient au même, le pour cent de graines dans le poids total de l'épillet, facteur important qui dépend beaucoup de la finesse ou de l'épaisseur des enveloppes, on prend, au hasard, dans la récolte, une bonne poignée d'épillets; on y sépare cent ensembles formés d'une paire de glumelles avec les graines y renfermées et on pèse les enveloppes avec les graines incluses (P), puis, au moyen de l'ongle, on fait sauter les graines hors des glumelles et on pèse 100 graines (P1); le poids P — P1 = poids des enveloppes. On calcule ensuite le pour cent en poids des grains nus dans le poids total.

d) En ce qui concerne les semis des multiplications, c'est le grain vêtu qui est semé.

Pour les plantes-mères, les élites de première et de deuxième générations, ce sont, au contraire, les graines nues qui sont mises en terre, ce qui occasionne une assez grande perte de temps pour l'enlèvement des grains hors des épillets.

Directives. — (*Voir froment.*)

Chez l'épeautre, beaucoup plus que chez le froment, il importe de faire tout spécialement attention au nombre d'épillets stériles de la base de l'épi : en effet, la présence d'un grand nombre de ces épillets (5, 6, 7 étages et plus) est très commune chez *Triticum Spelta*; cependant dans une population non améliorée, on pourra toujours trouver quelques lignées chez lesquelles ce défaut est fortement atténué : or, très souvent, ce phénomène est un caractère de lignée, transmissible héréditairement à la descendance de celle-ci.

Hybridation. — (*Voir froment*).

Les caractères dont l'ensemble produit la « speltation » chez *Triticum Spelta*, c'est-à-dire la constitution d'une épeautre, sont nombreux : les deux principaux, toujours liés, associés, sont : la fermeture serrée des glumelles autour des graines (grain vêtu) et la fragilité du rachis, sa peu de

autre. (Année 1923)

rches pour l'Amélioration des Plantes, à Gembloux).

Pour 20 épis				Obs. faites au cours de la végétation concernant				Couleur et caractéristiques de l'épi	Observations
				Maladies		Verse	Précocité		
des axes	Nombre total d'étages	Densité moyenne	Nombre moyen d'étages stériles	Nature	Intensité				
.5	20.4	16.3	3.9	—	—	—	T. H.	Roux, barbu, penché	
.9	21.8	15.7	3.7	Puccinia glumarum	2 - 3	—	M. H.	Blanc, barbu, droit	
.0	20.2	15.5	3.6	» »	1	1 - 2	H.	Blanc, mutique, droit	
.2	20.1	18.0	4.2	—	—	2 - 3	T.	Roux, mutique	

résistance à la rupture; puis viennent tout un ensemble de caractères distinctifs des épillets : glumes fortement carénées et à plan supérieur largement horizontal, épillets aplatis perpendiculairement au rachis et formant avec celui-ci un angle très aigu, etc (1).

D'autre part, les épeautres ont toujours une densité très petite, inférieure même à celle de la plupart des froments dits « locaux » : la densité moyenne des épeautres ne dépasse pas 19.

2 3 1

Fig. 37. — 1. Epi de Froment. — 2. Epi d'Epeautre. — 3. Epi « speltoïde ».

Comment ces caractères de speltation se comportent-ils vis-à-vis du froment ordinaire ? A la F1, ils sont toujours plus ou moins dominants vis-à-vis des caractères de *Triticum vulgare* : le grain vêtu domine le caractère grain nu, le rachis cassant est dominant vis-à-vis de la solidité de l'axe, etc.

A la F2, disjonction compliquée montrant la présence, chez les géniteurs, de plusieurs facteurs régissant le même ensemble de caractères : d'où création possible de nouveautés intermédiaires stables, par exemple, d'épeautres plus denses que l'épeautre ordinaire et à plus hauts rendements.

Cette complexité des facteurs de speltation est également cause de la possibilité de création d'épeautres synthétiques en croisant deux froments ordinaires et cela surtout quand un des deux géniteurs est un Squarehead. Ce phénomène n'est pas rare : nous venons encore, en 1923, de le voir

(1) Pour de plus amples détails concernant le comportement des divers facteurs de « speltation», voir l'intéressant travail de Leighty C. E. et Boshnakian S. intitulé : « *Genetic behavior of the spelt form in crosses between Triticum Spelta and Triticum savitum* ». (Journal of Agricultural Research, XXII, N° 7, pages 335 à 364, 3 figures, 1 planche, Washington D. C., 1921.)

apparaître, à Gembloux, dans des croisements entre un Squarehead plus ou moins en massue et le Froment amélioré d'Altkirch, de la Station de Colmar.

Speltoïdes.

Des recherches personnelles n'étant pas encore terminées, je ne puis consacrer ici que quelques lignes à cet intéressant sujet, dont l'ampleur mériterait un plus long exposé.

Divers expérimentateurs ont vu apparaître, dans leurs cultures pures de froment, des touffes à aspect « épeautre », possédant, de celui-ci, tel ou tel ensemble de caractères et gardant tel ou tel autre de *Triticum vulgare.* (Voir fig. 37).

On a donné à ces apparitions le nom de « *speltoïdes* ». Le premier qui en a fait une étude approfondie, étude encore poursuivie, est Nilsson-Ehle, l'ancien généticiste de Svalof, actuellement directeur de la Station de Génétique d'Akarp, dépendance de l'Université de Lund. Ensuite se sont occupés de ce sujet passionnant Akerman (Svalof), Birger Kajanus, le généticiste connu de Weibullsholm (Suède), et Holmgren (1).

Nilsson-Ehle est d'avis — et il le prouve — qu'il a à faire à de vraies mutations, simples ou complexes, c'est-à-dire résultant de la perte d'un ou de plusieurs caractères. Les observations d'autres expérimentateurs ont montré que tous les speltoïdes ne sont pas de même nature, et que si la théorie de Nilsson-Ehle est vraie dans les cas spéciaux qu'il a observés, d'autres apparitions de speltoïdes peuvent s'expliquer d'autre façon, quelques-uns même n'étant peut-être que les produits des disjonctions de croisements spontanés entre *Triticum sativum* et *Triticum Spelta* (2).

III. — L'AMELIORATION DES ORGES

Les manuels d'agriculture distinguent, entre :

L'orge d'hiver à 6 rangs (*Hordeum hexastichum*).

L'orge d'hiver à 4 rangs (ou Escourgeon) (*Hordeum tetrastichum*).

L'orge d'été à 2 rangs ou Orge fine (*Hordeum distichum*).

L'orge distique, ou à 2 rangs, est pour ainsi dire inconnue en Belgique où elle est, en grande partie, remplacée par l'Escourgeon et aussi par l'Orge à 6 rangs.

Les orges distiques sont les vraies orges de brasseries, ce sont elles qui

---

(1) Pour l'étude de ces speltoïdes, voir surtout la revue *Hereditas,* années 1922 et 1923 (Lund, Suède).

(2) J'espère pouvoir donner bientôt, dans un travail définitif, les conclusions qui se dégagent de l'observation des générations successives issues de trois variations speltoïdes trouvées, les deux premières, dans deux lignées de Froment ordinaire et la troisième dans une lignée d'Epeautre.

On trouvera les premières constatations faites à la première et à la deuxième génération dans mon petit travail : *Variations speltoïdes dans des lignées pures de Froment et dans une «population » d'Epeautre.* (Bull. Soc. Royale de Botanique de Belgique, LIV, 2e série T. IV, 1921, p. 218-223, Bruxelles, Jardin Botanique de l'Etat).

servent à la fabrication des bières de qualité; les bons escourgeons peuvent, eux aussi, donner cependant des bières de valeur; mais les orges à 6 rangs sont de qualité tout à fait inférieure pour la brasserie et ne devraient être utilisées, comme aussi d'ailleurs beaucoup d'escourgeons, que comme fourrages ou pour la fabrication de l'alcool.

La plupart des points qui vont être examinés ici se rapportent spécialement à l'orge en tant que matériel de brasserie : comme les bons escourgeons de nos régions à climat maritime sont utilisés, pour la fabrication du malt au même titre que les orges distiques, les directives de l'amélioration sont les mêmes chez les deux espèces.

§ 1. — Directives de l'amélioration.

1° Le rendement. — (Voir le froment.)

Un poids total élevé en grain, un bon poids de 1000 graines, ainsi qu'un bon pour cent de grains dans le poids total, sont certainement désirables. Un point spécial sur lequel il faut attirer l'attention tout spécialement chez l'orge (et chez le seigle) est la *lacunosité* de l'épi.

Chez certaines variétés ou populations d'orge, on trouve des épis dont certains épillets, non seulement à la base (Voir 5°) mais même au milieu et à la pointe de l'épi, sont stériles, ne renferment pas de graines. Ce défaut appelé « lacunosité » est bien certainement héréditaire dans certaines limites, quoique naturellement des intempéries au moment de la fécondation peuvent influencer défavorablement la formation des graines.

2° La densité. — Elle est généralement assez régulière chez l'orge; une valeur moyenne de la compacité de l'épi est favorable : le maintien d'une bonne densité doit donc être envisagé comme un des points sur lesquels peut porter l'amélioration.

A l'intérieur de chacune des trois espèces fondamentales citées ci-dessus, il règne une assez grande uniformité concernant le type de l'épi : ce type n'est, de loin, pas aussi hétérogène que chez le froment, du moins pas quand on n'envisage que les orges communément cultivées dans notre pays. Les principales différences ne résident que dans des changements de densité.

3° Qualité pour la brasserie. — La brasserie exige une orge de bonne qualité : la régularité de germination, un aspect déterminé du grain, une grande farinosité, une teneur peu élevée en azote; l'amélioration doit par conséquent utiliser ces caractères comme directives.

Régularité de germination. — Pour que le grain germe avec la plus grande régularité possible, il faut qu'il ait eu un développement régulier dans l'épi. Celui-ci ne doit donc pas être lacuneux; les épillets doivent être régulièrement repartis le long du rachis.

Ce qui aide aussi à cette régularité du développement est un *tallement* nullement exagéré, mais au contraire plutôt inférieur. Si, chez les céréales il ne faut jamais exagérer le nombre de chaumes, ceci est surtout vrai chez l'orge, où il ne faut jamais dépasser, chez les plantes-mères, un tallage moyen

Fig. 38. — Beaux épis normaux d'Escourgeon

Fig. 39. — Epis d'Escourgeon montrant, à leur base, plusieurs étages d'épillets stériles.

Analyse des restes d'Elit

(Station de Recherch

Numéro généalogique	Nombre de graines plantées	Nombre de touffes récoltées	% de déchets	Nomb. de touf. analysées	Nombre de tiges	Tallage moyen	Longueur moyenne de la paille	POIDS							
								total de la récolte	des touffes analysées	total de la paille	total des épis	total des graines	des graines rapportées à 10 lignes	de l'Hl.	de 2 fois 250 graines
123.2	200	169	15.5	169	741	4.4	1.07	3.143	3.143	1.757	1.386	1.072	1.072	57.55	25.7
123 6	200	174	13.0	174	486	2.8	1.05	3.221	3.221	1.670	1.551	1.080	1 080	58.20	26.7
123.7	200	145	27.5	145	407	2.8	1.17	2.877	2.877	1.485	1.392	1.090	1.090	56 55	24.0

assez peu élevé, trois à cinq talles par exemple; les repousses à maturité irrégulière doivent être absolument évitées.

Cette régularité de développement de l'épi peut être accompagnée de la recherche d'une bonne régularité dans la longueur du chaume, ainsi que dans le nombre et la longueur relative des entrenœuds.

Aspect du grain. — La brasserie ou plutôt la malterie demande un grain de couleur jaune pâle, bien plein, bien ventru; de tels grains ont, en effet, généralement, des enveloppes plus fines, une teneur plus élevée en fécule, une teneur plus petite en azote.

On estime de même un grain assez gros : il est prudent néanmoins de ne pas exagérer dans ce sens.

Farinosité. — Un grain farineux se laisse plus rapidement et plus facilement malter qu'un grain vitreux. Malgré les influences nombreuses qu'exercent sur cette teneur la fumure, la composition du sol, l'allure climatérique de l'année, on a constaté néanmoins la possibilité de la transmission héréditaire des teneurs en farine et en matière azotée à l'intérieur des lignées d'orge.

La teneur en azote. — Un minimum de matières azotées est désirable chez une orge de brasserie; cette teneur est d'ailleurs en relation inverse avec celle en farine.

4° Pourcentage des glumelles dans le poids total du grain. — Chez nos orges cultivées les glumelles adhèrent très fortement à la graine : elles en constituent le revêtement, le grain est dit « vêtu ».

Un grain à fine enveloppe est toujours recherché : mais la détermination de cette finesse ne peut se faire que par séparation des graines de leur enveloppe, chez un nombre donné de semences. Or, cette séparation est très difficile et il faut avoir recours à des manœuvres spéciales, assez compliquées. Aussi se contente-t-on le plus souvent de juger cette finesse d'après tout un ensemble des caractères extérieurs des graines : grandeur, plénitude, nervures dorsales, longitudinales, peu prononcées, fort gaufrage transversal et dorsal de la partie terminale de la graine, grande longueur des barbes, tous caractères dont l'ensemble paraît être en corrélation directe avec la finesse des glumelles.

5° Nombre d'épillets stériles a la base des épis. — Les populations non

Orges d'hiver (Année 1923).
élioration des Plantes, à Gembloux).

Pour 20 épis				Lacunosité	Grain		Observations concernant			Observations
Nombre total d'étages (stériles compris)	Longueur moyenne des axes	Densité moyenne	Nre moyen d'étages stériles		Systématique	Couleur	Verse	Maladies	Précocité	
26.0	9.7	26.8	1.0	Pas	β	Jaune pâle	0	Helmintosporiose : 0 1 Ustilago nuda : 8 épis	M. H.	
23.2	8.7	26.7	2.1	»	β	»	0	Helmintosporiose : 0.1 Ustilago nuda : 9 épis	M. H.	
29.1	9.7	30.0	3.3	»	β	»	0-1	Helmintosporiose : 1.	M. H.	

améliorées d'orge sont très souvent fortement affectées par ce défaut. (Voir fig. 38 et 39) ; le sélectionneur doit y apporter toute son attention et écarter résolument les lignées dont les épis portent, à leur base, un certain nombre d'épillets stériles, défaut certainement transmissible, dans les limites de la petite variabilité fluctuante, à leur descendance.

§ 2. — Schéma d'une analyse. — Technique spéciale.

Le tableau ci-dessous renseigne tous les détails sur lesquels porte l'analyse des « restes d'élites », telle qu'elle est exécutée à la Station de Gembloux. La technique est la même que chez le Froment; voir cette céréale.

On peut y ajouter certaines autres déterminations ayant surtout trait à la valeur des lignées pour la brasserie, par exemple :

A) *La teneur en azote* : Détermination par analyse chimique. Les grains constituant le petit échantillon à soumettre à analyse devront être prélevés tous du même côté des épis et à la même hauteur, par exemple du 4e au 8e épillet. La teneur, obtenue par la méthode Kjehldahl, doit être calculée ensuite par grain (« coefficient de protéine »), en se basant sur le poids des 1000 graines : soit, par exemple, un poids de 1000 graines de 54.5 gr. et une teneur de 11 p. c. de protéine, nous aurons :

dans 100 grammes, il y à $\frac{1000 \times 100}{54.5} = 1835$ graines,

or dans 100 gr. ou 1835 graines, il y a 11 gr. Azote,

donc la teneur en azote d'une graine sera de $\frac{11}{1835} = 6$ mgr.

B) *La farinosité.* — La farinosité *apparente* se détermine au moyen du diaphanoscope. (Voir le froment).

Pour déterminer la *vraie* farinosité, il faut soumettre, au préalable, l'échantillon à un trempage, soit par la méthode de Johannsen (20 gr. dans 200 centimètres cubes d'eau à 20°, pendant 24 heures, en renouvelant l'eau trois fois, sécher à température normale), soit d'après la méthode Jalowetz (30

minutes dans 40 p. c. de formol, au bain-marie bouillant, 4 à 5 lavages à l'eau, séchage entre du papier à filtrer).

c) *Triage d'après la grosseur* : le plus haut % de graines doivent rester sur le tamis de 2.8 à 2.5 mm.

d) *% en glumelles* : la plus ou moins grande finesse des glumelles est généralement corrélative avec la teneur en azote, qui est normalement d'autant plus faible que les enveloppes des graines sont plus fines. Cette détermination est difficile, car les glumelles, chez l'orge, sont fortement soudées à la graine; aussi on l'omet d'ordinaire. Une méthode qui rend l'enlèvement des enveloppes facile est celle de Luff; voici en quoi elle consiste : on met l'échantillon dans une bouteille à large goulot et on le couvre de 10 centimètres cubes d'une solution d'ammoniaque à 5 p. c.; on bouche et on met pendant 1 heure au bain-marie à 80, après quoi les glumelles se laissent facilement enlever au couteau; on dessèche à 100, on pèse et on ajoute 8.5 p. c. à la perte de poids constatée.

§ 3. — L'hybridation chez l'orge.

La systématique de l'orge. — Au cours du XIX[e] siècle, plusieurs botanistes se sont efforcés d'établir une systématique de toutes les variétés d'orges existantes : citons Koernicke, Atterberg et l'Ecole de Svalof (von Neergaard en 1889 et Bolin en 1893); récemment Wiggans de la Cornell University (1921) (1) a mis sur pied une nouvelle systématique très étendue du genre *Hordeum*.

Wiggans base sa classification des diverses espèces et sous-espèces du genre *Hordeum* sur les caractères suivants, rangés par ordre d'importance :

1. Articulation ou non du rachis.	Rachis se désarticulant	*H. spontaneum.*
	Rachis ne se désarticulant pas	*H. vulgare.*
		H. intermedium.
		H. distichum.
		H. deficiens.
2. Fertilité ou stérilité des épillets latéraux.	Epillets latéraux fertiles.	*H. vulgare.*
		H. intermedium.
	Epillets latéraux stériles.	*H. distichum.*
		H. deficiens.
3. Présence ou absence de barbes ou d'autres appendices aux épillets latéraux.	Tous les épillets sont barbus ou munis d'un appendice.	*H. vulgare.*
	Epillets latéraux non barbus ou non munis d'un appendice.	*H. intermedium.*
4. Présence ou absence d'organes sexuels rudimentaires aux épillets latéraux.	Epillets latéraux à organes sexuels rudimentaires, ne fonctionnant pas.	*H. distichum.*
	Epillets latéraux excessivement réduits et ne possédant pas d'organes sexuels même rudimentaires.	*H. deficiens.*

(1) Wiggans, R. C. — 1921. — *A classification of the cultivated barleys.* (Memoir 46. Agricultural Experiment Station, Cornell University, Ithaca (New-York).

Remarque. — Wiggans distingue des sous-espèces denses et lâches (épis compacts et peu compacts): c'est ainsi que le *H. vulgare* dense est notre *H. hexastichum* (Orge à six rangs) et le *H. vulgare* lâche est notre *H. tetrastichum* (Orge à quatre rangs, ou Escourgeon).

La subdivision de ces espèces et sous-espèces en variétés se base sur divers caractères d'ordre morphologique et physiologique comme l'adhérence des glumelles à la graine, la couleur du grain, l'aspect de la soie basale, la précocité, etc.

Trois espèces d'orges seulement ont de l'intérêt au point de vue spécial qui nous occupe : ce sont *Hordeum distichum, H. tetrastichum* et *H. hexastichum*. L'Ecole de Svalof a établi pour les deux premières — écartant l'Orge à six rangs comme étant impropre à la brasserie — une classification basée sur de petits détails d'ordre morphologique; vu l'importance de ces caractères distinctifs et l'universalité de leur utilisation, j'en donne ici un court exposé. (Voir fig. 40).

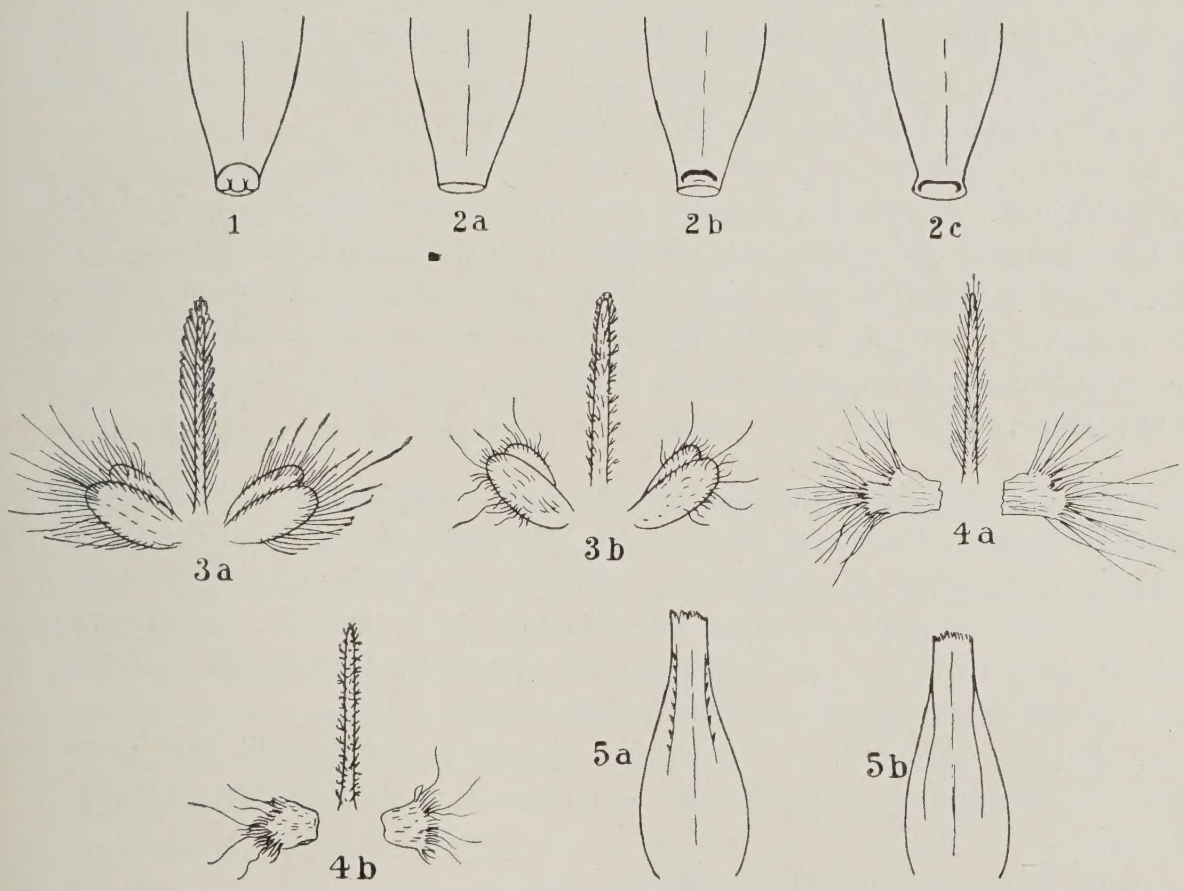


Fig. 40. — 1 et 2 : Bases d'insertion des graines : 1 chez *H. dist. nutans,* 2 chez *H. dist. erectum, a,* lisse, *b,* à rainure, *c,* à bourrelet; 3 et 4 : Soie basale et lodicules, 3 a, *H. dist. nutans* α et β 3 b, *H. dist. nutans* γ et δ , 4 a, *H. dist. erectum* α et β , 4 b,*H. dist. erectum* γ et δ ; 5 a, nervures denticulées des *Hordeum dist.* β et δ, 5 b : nervures lisses des *H. dist.* α et γ.

A. *Hordeum distichum* (orge distique, orge à 2 rangs, orge d'été, orge fine de brasserie).

1. *H. dist. nutans* (orges locales, orges Chevalier), orges de toute première qualité pour la brasserie. *Caractéristiques* : épis penchés, à densité peu élevée, base d'insertion des graines en un plan oblique. Les « nutans » se

subdivisent en orge α β γ et δ (quatre premières lettres de l'alphabet grec):

A) *H. dist. nutans α et β*: soie basale à poils longs, unicellulaires, non ramifiés, raides, brillants; lodicules à limbes grands, bien développés, munis de poils denses, la plupart moyennement longs. Citons, parmi ces orges, les vieilles races locales si réputées des pays centraux : Bavaria, Danubia, les orges du Palatinat, de Franconie, de Bohême, la Hanna, la Nolc, ainsi que les orges Hannchen et Princesse de Svalof.

B) *H. dist. nutans γ et δ* : soie basale à poils courts, unis et pluricellulaires, ramifiés; lodicules à limbes grands, bien développés mais à poils courts, non serrés, entremêlés de quelques longs. Parmi les *nutans* γ et δ on range les diverses orges dites « Chevalier ».

Remarques : 1° La soie basale est couchée dans la rainure ventrale de la graine, à la base de celle-ci; elle se distingue très bien à la loupe et même à l'œil nu quand celui-ci est quelque peu exercé.

2° Les lodicules représentent les glumellules de la fleur; à l'œil nu, mais mieux à la loupe, on les aperçoit sous forme de petites écailles blanchâtres, à la face dorso-latérale basale de la graine, après enlèvement de la portion de glumelles (enveloppes de la graine) qui les recouvre.

3° On a distingué, outre les typs cités en *a*) et *b*), un type appelé « type K » qui possède des soies basales à poils courts, unicellulaires, non ramifiés.

Les petites espèces β et δ se distinguent, d'autre part, des petites espèces α et γ par la présence, chez les premières, de fines dents situées à l'extrémité de la graine, le long de la paire intérieure de nervures de la glumelle dorsale; ce caractère est souvent difficile à déterminer, il faut généralement s'armer d'une loupe.

2. *H. dist. erectum* (orges impériales, orges Goldthorpe, orges de Webb), orges de bonne qualité pour la brasserie. *Caractéristiques* : épis généralement plus droits que chez les précédentes, densité plus élevée, base d'insertion des graines jamais en plan oblique mais simplement elliptique, lisse ou munie soit d'une rainure, soit, au contraire, d'un bourrelet. Comme les « nutans », les *erectum* se subdivisent en petites espèces α, β, γ et δ.

A) *H. dist. erectum α et β* : mêmes caractères différentiels que pour les petites espèces correspondantes de « nutans », mais lodicules à limbe très réduit.

B) *H. dist. erectum γ et δ* : idem.

De même, c'est l'absence ou la présence de dents aux nervures dorsales qui différencient respectivement les α et γ des β et δ. L'orge Svanhals (Cou de cygne) de Svalof est une *erectum* α, la Primus de la même firme est une *erectum* γ.

B. *Hordeum tetrastichum* (Orge à quatre rangs, Escourgeon). L'orge « dite » à 4 rangs est à proprement parler une orge à 6 rangs, à épis comprimés dorsalement et à laquelle un arrangement spécial des épillets donne l'apparence d'une orge à 4 rangs, dont les deux rangs médians sont assez fortement appliqués contre le rachis et dont les deux rangs extérieurs sont formés par les 4 épillets

latéraux se chevauchant d'étage en étage. Les escourgeons ont une moindre compacité d'épi que les orges à six rangs, les paliers d'insertion étant plus distancés.

L'Ecole de Svalof fait, parmi les petites espèces d'Orge à 4 rangs les mêmes distinctions que chez les Orges distiques : *H. tetrastichum* α, β, γ *et* δ.

C. *Hordeum hexastichum* (Orge à 6 rangs). Chez l'Orge à 6 rangs, les six rangées d'épillets se placent symétriquement, en un cercle, autour du rachis ou axe central de l'épi; à n'importe quel étage de celui-ci, on distingue nettement les six rangées formant étoile.

Vu la minime valeur de ces orges pour la brasserie, on n'envisage pas, pour elles, les subdivisions dont il est question ci-dessus.

La floraison et la fécondation chez l'orge. — Chez les O. distiques, la floraison des fleurs médianes se fait sans ouverture des glumelles, dans l'épi encore engaîné; ceci est de règle chez les O. à deux rangs, à épis droits (*H. dist. erectum*); chez celles à épi penché (*H. dist. nutans*), les fleurs de l'extrémité de l'épi peuvent occasionnellement s'épanouir hors de la gaîne, avec léger entrebaillement des glumelles : mais même dans ce cas, le stigmate est déjà pollinisé au moment où, par l'allongement de leur filet, les anthères jaillissent hors des enveloppes florales.

Les O. à quatre rangs (« escourgeons ») ont une tendance à fleurir après que les épis sont dégagés de la gaîne; mais, généralement, la pollinisation est déjà effectuée en ce moment. La série médiane d'épillets fleurit avant les latérales.

Quant aux O. à six rangs, tout comme les O. distiques, elles fleurissent l'inflorescence étant encore engaînée, avec préfloraison des épillets médians.

Autogamie ou allogamie. — L'orge est essentiellement autogame. L'allogamie semble même totalement exclue chez les Orges à 2 rangs, à épis droits, ainsi que chez les O. à six rangs; quant aux O. distiques, à épi nutant, l'autofécondation est de loin prépondérante, les stigmates, dans les cas d'ouverture des glumelles, étant pollinisés avant l'entrebaillement de celles-ci. Ce dernier phénomène assure de même l'autogamie chez les Escourgeons, quoique chez ceux-ci des cas de croisement naturel peuvent, à la rigueur, se produire.

On n'aura donc jamais à craindre des hybridations spontanées chez l'O. à deux rangs, à épi droit, ni chez l'O. à six rangs, que ce soit entre diverses lignées de la même variété ou entre ces lignées et celles d'escourgeon ou d'orge à six rangs voisines; tandis que des croisements naturels entre lignées d'orges nutantes et d'escourgeon peuvent exceptionnellement se produire.

Technique de l'hybridation. — La technique des croisements chez l'orge est rendue un peu plus difficile que chez le froment par la grande précocité de maturation des organes sexuels qui, pour l'orge à deux rangs, par temps chaud, se fait à un moment où le jeune épi est encore complètement inclus dans la gaîne; chez l'escourgeon et l'orge à six rangs, la fécondation est un peu plus tardive, les fleurs y acquièrent la maturité sexuelle au moment où l'extrémité de l'épi commence à se dégager de son enveloppe.

Dans ces circonstances, pour opérer la castration et la récolte des anthères qui vont entrer en déhiscence, seule méthode vraiment pratique pour se procurer du pollen, il faut fendre la gaîne et opérer sur des épis fort jeunes, délicats, ce qui contribue à accroître la difficulté des opérations.

Afin de faciliter l'extraction des étamines et le dépôt d'anthères sur le stigmate, on enlève, d'un coup de ciseaux, presque toute la moitié supérieure des glumelles, immédiatement au-dessus des anthères, ouvrant ainsi une espèce de coupe au fond de laquelle apparaissent les organes sexuels (1).

Chez les O. à deux rangs, on arrache, à la pince, les fleurs latérales stériles mais renfermant des anthères; chez les O. à quatre et à six rangs, Tschermack conseille de laisser les fleurs latérales intactes parce que de trop importantes mutilations amèneraient infailliblement, d'après lui, la dessiccation des épis; les fleurs castrées de la série médiane doivent naturellement être fécondées avant la floraison des fleurs latérales, ce qui est possible, ces dernières n'entrant en anthèse que quelques jours après les premières.

Pour polliniser les fleurs castrées, on enlève de même la moitié supérieure de la fleur, en laissant les rayons solaires provoquer rapidement la déhiscence des anthères, on prélève ces derniers à la pince et on les tapote au-dessus des stigmates ou bien on les dépose sur ceux-ci au fond de la coupe formée par la base des glumelles.

Les heures encore ensoleillées de la fin de l'après-midi sont tout indiquées pour effectuer les croisements artificiels chez l'Orge, l'absence de rayons trop chauds empêchant quelque peu la dessiccation des fleurs mutilées.

Comportement des principaux caractères après croisement. — *a*) *Nombre de rangées de fleurs fertiles.* — Comment se comporte l'O. à deux rangs vis-à-vis des deux autres espèces ? Si l'on effectue les croisements : O. distique × Escourgeon et O. distique × Orge à 6 rangs, la première génération hybride peut être différente : si les fleurs latérales de l'O. distique sont *complètement avortées,* la F1 sera distique ou aura des épis à très rares fleurs latérales fertiles, toujours mutiques (*Hordeum muticum*); si l'Orge à 2 rangs possède des fleurs *normalement développées mais stériles,* la F1 aura les fleurs latérales fertiles, elle sera par conséquent analogue à l'Escourgeon, mais les arêtes de ces rangées latérales seront notablement plus courtes (*H. rostratum*).

A la F2 apparaîtront 3 Orges distiques normales, avec des Orges distiques à épillets latéraux bien développés (*H. intermedium*), pour 1 Orge à 4 ou à 6 rangs.

A la F3, les Orges distiques normales ou bien sont constantes ou bien se disjoignent en 3 Orges distiques pour 1 Orge à 4 ou à 6 rangs, homozygote.

Les individus à 4 ou à 6 rangs de la F2 sont tous constants.

Les Orges distiques à épillets latéraux bien développés de la F2 se disjoignent

(1) Chez le froment, une simple pression de l'extrémité de l'index fait entrebailler les glumelles, découvrant ainsi les organes sexuels, ce qui facilite beaucoup les opérations de la castration et de la pollinisation; il n'en est plus de même chez l'orge, où les deux glumelles sont intimement ancrées ensemble; c'est pourquoi il faut, chez cette céréale, avoir recours à la technique décrite ci-dessus.

de diverses façons : quelques-unes de ces formes intermédiaires sont d'ailleurs souvent difficilement distinguées des formes à 2 rangs, chez lesquelles, par suite de surnutrition, par exemple, les épillets latéraux auraient acquis un plus grand développement. Les systématiciens distinguent actuellement *H. intermedium var. transiens* qui est un *H. distichum erectum* à épillets latéraux fertiles, analogue donc à *H. hexastichum* et *H. intermedium var. Haxtoni,* qui est un *H. dist. nutans* à épillets latéraux fertiles, ressemblant à *H. tetrastichum.*

Von Ubisch qui, depuis de longues années, a analysé le genre *Hordeum* au point de vue de la constitution génétique des divers types d'épis, admet la présence de trois facteurs, Z, W, L, dont Z amène la formation de deux rangées normales de fleurs fertiles (O. à deux rangs), W est un facteur de renforcement et L détermine la longueur des entrenœuds du rachis. D'où :

ZWL, Z*w*L, ZW*l*, Z*wl* = diverses orges denses ou lâches à 2 rangs.
*z*WL, *zw*L = orges à 4 rangs (orges à plusieurs rangs, peu compactes),
*z*W*l*, *zwl* = orges à 6 rangs (orges à plusieurs rangs, compactes).

En outre, la longueur de l'épi doit être tenue comme étant indépendante de la compacité.

Ces formules génétiques expliquent la possibilité de la formation de « nova » ou nouveautés, en croisant une orge distique lâche ou compacte, respectivement avec une orge à 6 rangs, dense ou avec un escourgeon, à épi lâche; en effet :

ZWL O. dist. lâche	×	zWl O. à 6 rangs	donnent :	
ZWl O. dist. dense	×	zWL O. à 4 rangs	9 ZWL : 3 ZWl : O. à 2 rangs	3 zWL : 1 zWl O. à 4 rangs O. à 6 rangs

Quand on croise un escourgeon avec une orge à 6 rangs, il y a dominance du caractère 4 rangs à la F1 et disjonction normale à la F2.

B) *Soie basale.* — D'après les observations de Tschermack et de Blaringhem, la soie basale à poils longs (α et β) est dominante vis-à-vis des poils laineux, courts (γ et δ), avec disjonction typique, 3 : 1, à la F2. Il faut toujours compter avec la possibilité de croisements spontanés, surtout chez les formes précoces de nutans.

C) *Présence ou absence de dents à la première paire de nervures de la glumelle dorsale.* — D'après les mêmes observateurs, le caractère « présence de dents » (β et δ) est dominant vis-à-vis de leur absence (α et γ); à la F2, disjonction normale : 3 formes à nervures denticulées et formes intermédiaires : 1 forme à nervures sans dent.

Ceci est surtout vrai quand on choisit comme géniteurs des sortes bien différenciées à ce point de vue, parce qu'une assez forte variabilité peut se manifester, pour ce caractère, à l'intérieur des lignées.

Analyse des Restes

(Extrait des registres de

Numéro généalogique de la lignée	Nombre de			% de déchet	Nombre de chaumes	Tallage moyen	Poids total de la récolte	Paille		Panicules				
	lignes plantées	graines plantées	touffes récoltées					Longueur moyenne	Poids total	Poids			Type	Densité moyen. en axes secondaires 25 épis
										total	moyen d'une panicu.	des balles plus rachis		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

IV. L'AMELIORATION DE L'AVOINE (*Avena sativa*).

§ 1. — Directives et technique de l'amélioration.

Si cette technique correspond, dans ses grandes lignes, à celle des autres céréales autogames et si les directives de son perfectionnement sont presqu'identiques à celles du Froment et de l'Orge, il n'en est pas moins vrai que l'allure différente de l'inflorescence de *Avena* détermine, dans l'analyse de cette céréale, certaines modalités spéciales.

Le tableau ci-dessus indique les divers détails sur lesquels porte cette analyse; en les passant en revue, nous nous arrêterons quelque peu sur ceux qui sont propres à l'Avoine :

Voici donc quelques explications concernant certains détails de cette analyse:

Colonne 5 : *% de déchet.* Si un pourcentage élevé de pertes était dû à des causes fortuites, par exemple attaques par les larves d'*Oscinis frit* ou d'autres déprédateurs, on l'indique dans la colonne « Observations ». Mais souvent le déchet est dû à des causes affectant la nature même de la lignée : par exemple moindre réséistance à la sécheresse; dans ce cas la plus ou moins grande de ces déchets est une des directives qui détermine l'élimination ou le choix des lignées.

Colonne 7 : *Tallement moyen.* Pour l'Avoine, un tallement moyen assez élevé (pas exagéré !) est désirable.

Colonne 9 : *Longueur moyenne de la paille.* Une paille plutôt courte favorise la résistance à la verse et augmente le % de grains dans le poids total. Pour la déterminer, on prend une petite gerbée de chaumes, sans racines ni panicules, on en égalise bien les bases en les appuyant contre le sol et on en détermine, à l'œil, la longueur moyenne en appliquant contre eux un mètre pliant.

Colonne 14 : *Type de la panicule.* Depuis quelques années, on ajoute plus d'importance chez l'Avoine, à la pureté botanique de la variété. Outre les sortes dites « *unilatérales* » ou « Avoines en drapeau » (ex.: Storm King

d'Elites d'avoine (1922).
la Station de Gembloux).

ORAINES								Pour 100 graines infér.				e|p en nombre de g.			Observations
Poids					s|s calculé dans le poids total	Couleur	Forme	poids total	poids des amandes	poids des enveloppes	e|a (en poids) d'amandes	aristies	stériles	doubles	
Total	Rappo. à 10 lignes	de 1000 graines	du 1/4 de litre	de l'Hl.											
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

ou Gloire d'Ostende, Noire de Tartarie, Leader de Garton) variétés qui se distinguent des avoines ordinaires par le fait que, dans leurs inflorescences, tous les axes de deuxième et de troisième ordres sont jetés du même côté du rachis, on a déterminé diverses formes parmi les Avoines ordinaires à panicules : ici encore, c'est Svalof qui a établi une nouvelle systématique des Avoines basée sur la forme générale de la panicule, l'angle plus ou moins aigu que font les axes secondaires avec l'axe principal, la plus ou moins grande abondance d'épillets au sommet de la panicule, la forme et la couleur des graines.

Cette classification répartit les avoines à panicules normales entre quatre groupes, à l'intérieur de chacun desquels on distingue des avoines à graines blanches, blanc-jaunâtre ou jaunes et à graines grises ou noires.

Les deux groupes principaux, groupes extrêmes, sont les avoines à panicules raides et celles à panicules lâches, avec deux groupes intermédiaires.

Les avoines à *panicules raides* ont l'inflorescence plutôt courte mais large, les axes secondaires forment avec l'axe de la panicule un angle plus ou moins aigu, l'extrémité de l'inflorescence est bien fournie de graines, les épillets renferment trois à deux semences. La plupart des avoines suédoises réputées se rangent dans ce groupement.

Les avoines à *panicules lâches,* au contraire, ont l'inflorescence plus longue, les axes secondaires s'étalent plus ou moins perpendiculairement à l'axe principal et retombent lâchement vers le sol, formant ainsi avec cet axe un angle plutôt obtus. Exemple : les avoines locales.

C'est le type à panicule raide qui réunit la grande majorité des sortes améliorées; les facteur déterminant le rendement (nombre élevé d'épillets à 2-3 graines, nombre élevé de graines et leur poids) et aussi une certaine résistance à la verse semblent être — généralement du moins — en relation directe ou en corrélation, comme on dit (1), avec ce type de panicule; les

(1) Diverses corrélations entre des caractères morphologiques externes et des caractères physiologiques d'ordre pratique ont été établies par les sélectionneurs; mais — et c'est le cas avec plusieurs de ces phénomènes dits corrélatifs — on leur a souvent trouvé de multiples exceptions, ce qui diminue beaucoup l'importance qu'on doit leur attribuer. L'Ecole de Svalof qui, au début, avait largement préconisé leur utilisation dans la pratique

avoines du type lâche, au contraire, semblent verser plus facilement et renferment une majorité d'épillets à une graine; quant aux avoines unilatérales, leur paille est plutôt résistante, mais elle montre souvent un pourcentage élevé en glumelles (enveloppes de la graine) contre un moindre pourcentage en grains.

Il fut un temps où les lignées à épillets à trois graines étaient tout particulièrement recherchées, à l'exclusion même des races où dominaient des épillets à 2 graines seulement; les essais culturaux de ces dernières années ont montré, à Svalof entre autres, que celles-ci ne méritaient pas cette exclusion absolue; des formes y ont été trouvées chez lesquelles les épillets à 2 graines sont en très grande majorité, alors que le rendement égale ou dépasse même celui des sortes à 3 graines par épillet. D'ailleurs ce caractère est fortement sous la dépendance des influences climatériques de l'année; en outre, la présence de la troisième graine n'augmente pas toujours le poids de l'épillet, la troisième graine étant très petite et la deuxième graine d'un tel épillet pesant souvent moins que le deuxième grain d'un épillet biflore. Enfin, il semble que, dans le cas d'un pourcentage élevé d'épillets à trois grains, le nombre total d'épillets diminue dans l'inflorescence.

Comme conclusion, disons que ce n'est pas le nombre d'épillets à 2 ou à 3 graines, qui doit déterminer la valeur pratique de la panicule mais le poids total des graines.

L'observation du type de panicule doit se faire sur pied, un peu avant la maturité; en effet, à maturité et surtout après dessiccation, la forme de l'inflorescence devient indéterminable; c'est même avec difficulté qu'on peut encore distinguer, en ce moment, une avoine unilatérale d'une avoine à panicule normale.

Colonne 15 : *Densité moyenne en axes secondaires.* — Par suite de la construction spéciale de l'inflorescence chez l'Avoine, plusieurs densités peuvent être déterminées chez cette céréale : A) *densité en verticilles,* c'est-à-dire le nombre de verticilles d'axes secondaires par 20 cm. d'axe principal (1); B) *densité en axes secondaires* ou nombre d'axes secondaires sur 20 cm. d'axe; C) *densité en épillets*; D) *densité en graines.*

La principale de ces compacités, au point de vue pratique, semble être celle en axes secondaires. Sur 25 panicules pris au hasard, on détermine la longueur de l'axe central à partir d'un point immédiatement situé en-dessous de l'insertion du premier verticille jusqu'à celle du dernier axe de deuxième ordre; on fait ensuite le dénombrement de tous les axes insérés sur le rachis, longs ou courts, aussi bien de ceux qui, ramifiés à leur tour, portent un assez grand nombre d'épillets que de ceux qui, courts et non ramifiés, ne servent souvent d'insertion qu'à un épillet unique. Cette détermination de D se fait

---

de l'amélioration, ne les emploie plus qu'avec circonspection : en effet, l'application intégrale de cette théorie pourrait faire éliminer de la sélection des races du plus haut intérêt.

(1) Vu la longueur du rachis de la panicule chez l'Avoine, on a convenu, pour la détermination de la densité, de choisir une longueur de 20 cm. au lieu de 10 cm.

sur des panicules coupées, après qu'on a mesuré la longueur moyenne de la paille.

Colonne 17 : *Poids des graines rapporté à* 10 *lignes.* C'est une très bonne donnée pour juger du rendement comparatif des lignées.

Colonne 18 : *Poids des* 1000 *graines.* Pour la détermination exacte de ce poids, voir l'analyse des restes d'élites chez le froment. Fruwirth indique, pour l'avoine, les limites suivantes : 18 à 48 gr.; un poids au-dessus de 33 gr. peut être considéré comme bon.

Faisons observer que c'est dans le lot des 500 graines ici dénombrées que l'on détermine le pourcentage des graines aristées, des graines stériles et des graines doubles. (Voir plus loin).

Colonne 20 : *Poids du litre.* Ce poids peut osciller entre 370 gr. et 620 gr.; peut être considérée comme lourde, toute avoine dont le litre pèse plus de 464 gr.

Colonnes 22 et 23 : *Couleur et forme des graines.* L'examen de la pureté ne porte pas seulement sur le type de panicule, mais aussi sur la couleur de la graine (blanc, jaune pâle, jaune d'or, gris, noir) et sa forme (grain court, long, ventru, effilé).

Colonnes 24 à 27 : *Détermination du % (en poids) d'amandes.* On sait que ce que nous appelons improprement la graine d'avoine est constitué par une « amande » entourée par les glumelles qui y adhèrent assez fortement; cette enveloppe n'est que peu ou pas digestible : elle est donc, au point de vue de sa qualité fourragère, de très peu de valeur.

Or, on a constaté, au point de vue de la finesse des glumelles, des différences assez sensibles de lignée à lignée. Aussi cette détermination du pourcentage d'enveloppes dans le poids total des graines est-elle une opération importante dans l'analyse d'une avoine. Voici comment on procède : On prélève, au hasard, un échantillon de 100 graines inférieures (1) et on les pèse; en exerçant ensuite une pression, au moyen des ongles, sur la base de la graine et en appuyant dans la direction du sommet, l'amande sort assez facilement de ses enveloppes; après quoi on détermine le poids des 100 amandes. Un simple calcul nous donne le pourcentage cherché; celui-ci varie, d'après Fruwirth, entre 17 et 50 p. c.

Colonne 28 : *Pourcentage de grains aristés.* — La présence d'une arête dorsale à la glumelle inférieure des graines d'avoine est considérée comme un caractère plutôt défavorable, du moins dans nos régions. D'autre part s'il est vrai que l'allure climatérique de l'année influence ce pourcentage (celui-ci augmente en année sèche), il n'en est pas moins vrai qu'il y a des

(1) Pour être tout à fait certain de ne disposer, en vue de cet examen, que de graines inférieures, c'est-à-dire insérées à la base des épillets, on pourrait les prendre sur la panicule même, au moment de l'égrenage. Toutefois, en ne choisissant, dans un échantillon, que les plus grosses graines, on est presque tout aussi sûr d'avoir mis la main exclusivement sur des graines inférieures.

lignées qui montrent ce caractère avec une intensité beaucoup plus grande que d'autres.

Colonne 29 : *Pourcentage de graines stériles.* — Sont considérés comme épillets stériles ceux qui ne renferment pas d'amande, ce dont on s'aperçoit très bien en y appuyant avec l'ongle et même, avec un peu d'expérience, on en arrive à juger cette stérilité au simple coup d'œil.

Colonne 30 : *Pourcentage de graines doubles.* — Ces graines se rencontrent par-ci par-là chez toutes les variétés, surtout certaines années, mais il n'en est pas moins vrai que ce défaut peut être l'apanage de telle ou telle lignée, comme nous l'avons maintes fois constaté à Gembloux.

Une graine double provient de ce que la deuxième graine, c'est-à-dire, la graine supérieure ou moyenne de l'épillet biflore ou triflore est englobée par la graine inférieure de façon à ne constituer avec celle-ci qu'un même ensemble donnant l'illusion d'un gros grain unique; en y regardant de plus près, on s'aperçoit que la pointe de la deuxième graine se détache quelque peu au sommet de la première; en les séparant, on découvre généralement que la graine principale est devenue stérile ou ne renferme qu'une amande très réduite. Le grain double, à l'encontre de ce qu'un examen superficiel laisserait supposer, est donc une nuisance.

* * *

Dans certains pays, principalement aux Etats-Unis, on sélectionne les avoines dans le but spécial de servir à l'alimentation humaine (avoines aplaties, Quaker oat's, etc.) La principale directive est, dans ce cas, une haute teneur en matières grasses et en matières albuminoïdes; ces races, riches en matières nutritives, ont très souvent de petites graines. Dans cette sélection, le choix des lignées doit s'appuyer sur l'analyse chimique.

§ 2. — Hybridations

1° Floraison. (Fig. 41).

La floraison commence au sommet de la panicule et à l'extrémité des rameaux secondaires pour avancer vers la base de l'inflorescence et des rameaux; pour une même panicule, elle dure environ 7 jours et pour les panicules d'une même touffe, deux semaines.

Chez les autres céréales, les floraisons commencent très tôt au matin, avec des maxima vers 9 heures et vers 3 heures, chez l'avoine, au contraire, elles commencent, normalement, vers 2-3 heures de l'après-midi. Généralement, une seule anthère fait saillie d'entre les glumelles écartées, les deux autres étant retenues près de la plumule.

2° Autogamie ou allogamie ?

L'Avoine peut être considérée comme une plante essentiellement autogame; des cas de fécondation croisée naturelle s'observent cependant de

temps en temps et ils sont même (paraît-il, moins rares que chez l'Orge et le Froment.

3° Technique des hybridations.

Tschermack, dans son dernier travail sur les hybridations chez les céréales, estime que les croisements artificiels sont beaucoup plus difficiles à réussir chez l'Avoine que chez les autres céréales. Il pense que les multiples insuccès doivent être attribués à la grande susceptibilité de cette céréale vis-à-vis des moindres mutilations, les fleurs castrées, entre autres, se desséchant très rapidement en plein champ, quand luit le soleil.

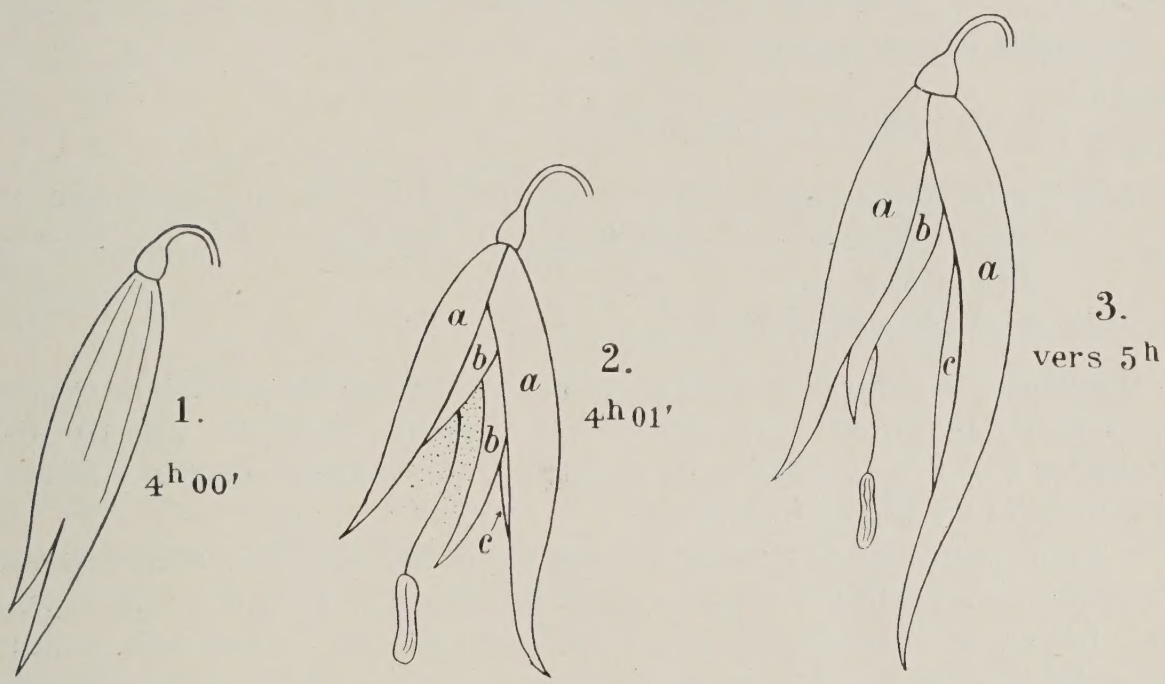


Fig. 41. — Stades successifs de la floraison d'un épillet biflore d'avoine. *aa* : les deux glumes, *bb*, les deux glumelles de la fleur inférieure, *c*, la seconde fleur. Une seule étamine est visible, les deux autres sont retenues par le stigmate. (Dessin libre d'après Fruwirth, *Handbuch der landw. Pflanzenzüchtung*.)

La technique est très approximativement celle qui a été exposée pour le Froment. Il est à conseiller de n'opérer que sur les épillets de l'extrémité de la panicule et sur les 5-6 épillets extrêmes des rameaux; on enlève entièrement les épillets avoisinant immédiatement les épillets castrés, en laissant intacts les autres épillets de l'inflorescence, qui, plus tard, fleuriront librement; un fil de laine marquera les séparations. On ne laisse que deux fleurs aux épillets triflores.

Le meilleur moment pour effectuer la castration est celui où les extrémités des glumelles sont un peu entrebaillées, ce qui annonce l'anthèse.

Le dépôt, sur les stigmates, des anthères déhiscentes s'effectue comme d'habitude entre les glumelles tenues ouvertes par l'index de la main gauche. Comme chez les autres céréales, l'arrachage de la glumelle inférieure des fleurs qui doivent fournir le pollen accélère fortement l'émission de celui-ci.

A l'encontre de ce qui se fait chez le Froment et l'Orge, la pollinisation à un stade très jeune est totalement inopérante. Comme chez ces céréales, il est fortement à conseiller d'effectuer les hybridations hors des heures chaudes du milieu du jour.

4° Comportement des principaux facteurs dans les hybridations (1).

Deux séries de facteurs importants sont à examiner ici au point de vue de la façon dont ils se comportent lors des croisements : le type de la panicule et la coloration des glumelles.

A) *Type de la panicule.* — Voici un cas étudié par Nilsson-Ehle :

La forme de la panicule dépend de plusieurs facteurs génétiques, dont un seul est suffisant pour déterminer la forme « panicule étalée de tous côtés »; une sorte d'avoine ne renfermant aucun de ces facteurs est une avoine unilatérale.

Soit deux de ces facteurs : A et B.

AA*bb* } = avoines à panicule raide.
*aa*BB }

AABB = avoine à panicule lâche (renfermant les 2 facteurs, provoquant un plus fort étalement que dans les combinaisons à 1 seul facteur dominant.)

aabb = avoine unilatérale.

Effectuons le croisement : AA*bb* × *aabb*; la première génération hybride (F1) sera A*abb*, c'est-à-dire, une avoine à panicule normale, mais pas très étalée, et à la F2, nous aurons la disjonction : 3 avoines à panicules diversement étalées : 1 avoine unilatérale.

Un croisement *aa*BB × *aabb* donnera les mêmes résultats. Mais celui des deux formes à panicule : AA*bb* × *aa*BB donnera à la F1 une avoine à panicule très étalée, lâche (A*a*B*b*) et à la F2 la disjonction : 9 avoines à panicule plus étalée que celle des géniteurs : 3 avoines à même panicule qu'un des deux géniteurs : 3 avoines à même panicule que l'autre géniteur : 1 avoine unilatérale (*aabb*).

B) *Coloration des glumelles.* — Le croisement d'une avoine noire avec une avoine blanche donne une première génération noire et, à la seconde génération, 3 avoines à coloration foncée pour 1 blanche. Chez certaines avoines noires, la coloration n'est donc due qu'à un seul facteur. D'autres, au contraire, parmi lesquelles on trouve surtout des formes locales, doivent cette coloration à la présence d'un double facteur : à la F2 elles donneront la disjonction suivante : 12 noires (AB, A*b*): 3 grises (*aB*): 1 blanche (*ab*). L'apparition de ce *novum* (avoine grise) est due à ce que le facteur du gris, absent dans la variété à graine blanche, était présent dans le géniteur à graine noire, mais caché, chez ce dernier, par le facteur « noir ».

Dans un autre croisement, une forme à glumelles noires croisée avec une forme à glumelles blanches donna, à la F2, 15 noires : 1 blanche. Ici il y avait 2 facteurs d'addition pour le noir (A1 A2), le blanc étant *a* 1 *a* 2.

Dans des croisements où interviennent des avoines noires, grises et jaunes, on admet outre les facteurs A (noir), B (gris) un troisième facteur C (jaune);

(1) C'est encore Tschermack et Nilsson-Ehle qui, dans de multiples croisements, ont étudié les premiers la génétique des facteurs chez *Avena*.

les croisements noir (A*c*) × jaune (*a*C) et gris (B*c*) × jaune (*b*C) donneront respectivement, à la deuxième génération hybride : 12 noires (A*c*, AC) ou 12 grises (B*c*, BC), 3 jaunes (*a*C, *b*C) et 1 blanche (*ac*, *bc*). Faisons remarquer que le noir et le gris sont dominants vis-à-vis du jaune. D'autre part, un croisement noir (AC) × blanc (*ac*) donnera à la F2 la même disjonction (12 noires, 3 jaunes et 1 blanche).

On peut même trouver des formes noires qui renferment, dans leur formule génétique, à la fois les trois facteurs ABC, chez lesquelles donc les facteurs « gris » et « jaune » sont cachés par le facteur dominant « noir » qui seul s'extériorise, amenant ainsi des disjonctions assez compliquées.

*
* *

Variations fatuoïdes chez l'avoine.

Nous avons déjà vu que, dans certaines conditions atmosphériques surtout, des croisements naturels entre diverses variétés de froment, entre froment et épeautre et même entre froment et seigle, pouvaient se produire.

De même chez l'Avoine, des croisements naturels entre *Avena sativa* (Avoine cultivée) et *Avena fatua* (Folle avoine) ont été souvent observés; Crépin (1), chef des travaux botaniques à l'Institut National d'Agriculture de Grignon (France), a étudié la descendance d'une plante récoltée en 1920, dans le Pas-de-Calais, dans un champ d'avoine « Pluie d'or de Svalof ». La présence, à plusieurs glumelles inférieures, d'une longue arête géniculée et de quelques longues soies fauves au dos et aux côtés de ces glumelles faisait supposer qu'on avait à faire à un hybride naturel entre l'Avoine cultivée et l'Avoine sauvage, dont quelques pieds se montraient dans la même parcelle. Les graines semées ont donné une deuxième génération très hétérogène, ressemblant à la population obtenue par Love et Craig, aux Etats-Unis, et par Tschermack, en Autriche, en hybridant artificiellement *Aveno sativa* par *Avena fatua*.

Dans le même ordre d'idée, Akerman (2) a également étudié, à Svalof, des plantes aberrantes, maintes fois trouvées dans des parcelles d'avoine. Ces variations ressemblent beaucoup à l'avoine cultivée, à l'exception de la forte arête recourbée dont sont munies les glumelles et d'un bourrelet saillant, accompagné d'une forte touffe de poils, qu'on trouve à la base de la graine. Ces caractères rapprochent ces plantes de la « Folle avoine » (*Avena fatua*) d'où leur nom de « variations fatuoïdes », comme on a appelé « speltoïdes » les variations à allure d'épeautre (*Triticum Spelta*) trouvées un peu partout, ces dernières années, dans le Froment cultivé. Ces variations fatuoïdes faut-il les considérer comme étant des cas d'hybridations spontanées entre *Avena*

(1) Ch. Crépin. — *Sur un hybride naturel entre Avena fatua et Avena sativa à glumelles jaunes.* (Ann. de l'Ecole Nation. d'Agric. de Grignon, VII, 1920-21, pp. 143-154, Paris, Lib. de la Maison Rustique).

(2) A. Akerman. — *Undersokningar rorande flyghavrelika mutationer i vanlig odlad havre.* (Recherches concernant des mutations fatuoides dans des avoines améliorées). — (Sveriges Utsadesforenings Tidskrift, XXXI, 1921, pp. 266-268.)

sativa et *A. fatua,* comme le pense Crépin ou faut-il les mettre sur le compte de mutations, comme le croit Akerman ? Ce dernier, pour étayer sa manière de voir, se base, d'une part, sur l'absence de plantes de folle avoine dans la région de Svalof, d'autre part, sur la complication extrême des formes auxquelles les hybridations artificielles entre *Avena sativa* et *Avena fatua* donnent naissance, alors que les variations fatuoïdes observées aux alentours de Svalof ne se différencient toutes de l'Avoine cultivée que par les quelques caractères cités ci-dessus.

La discussion reste ouverte; à moins qu'une autre supposition soit la vraie : que les variations trouvées par Crépin soient d'une autre nature que celles décrites par Akerman, ce qui est bien possible.

CHAPITRE II

L'AMÉLIORATION DES CÉRÉALES
A ALLOGAMIE PRÉPONDÉRANTE

I. — L'AMELIORATION DU SEIGLE (*Secale cereale*).

Contrairement à ce que nous avons vu chez les céréales étudiées jusqu'ici, et qui étaient toutes essentiellement autogames, nous avons à faire, avec le Seigle, à la première plante normalement *allogame,* c'est-à-dire à *fécondation naturellement croisée.* La fleur du Seigle — comme nous le verrons plus loin — est plutôt organisée en vue de la fécondation de l'ovule par le pollen venant d'autres fleurs de la même plante et même de plantes voisines, situées souvent à assez grande distance.

Cette allogamie amène de profondes modifications dans les méthodes à employer pour améliorer cette céréale. Afin de ne pas compliquer les choses et de sauvegarder l'unité d'exposé, nous n'avons pas, dans la partie générale de ce manuel, mentionné ces modifications; nous avons préféré traiter ces méthodes spéciales lors de chaque cas d'allogamie prononcée que nous rencontrerons.

§. 1. — Méthodes, technique et directives de l'amélioration.

La méthode d'amélioration par séparation de lignées pures, telle qu'elle a été appliquée jusqu'ici, peut se résumer en ces peu de mots : Isolation, dans une population, d'un certain nombre de lignées pures, descendances d'autant de plantes-mères génétiquement pures, culture comparative de ces lignées pendant un certain laps de temps, élimination successive des moins bonnes, maintien en amélioration et multiplication des lignées de choix.

Or, l'application éventuelle de cette méthode au Seigle pêcherait par sa base même : la plante-mère choisie sera dans l'immense majorité des cas, héréditairement impure, hétérozygote, de caractère hybride, à cause de la prépondérance absolue de la fécondation croisée chez cette céréale.

La méthode ordinaire d'amélioration devait donc subir certaines modifications pour pouvoir s'appliquer au Seigle.

Trois méthodes d'amélioration de cette céréale sont actuellement suivies :

1° La méthode sans isolation des plantes-mères.

2° La méthode par isolation des plantes-mères, soit par distance, soit sous isoloirs.

3° Recherche de lignées de seigle autogames (méthode nouvelle, non encore entrée dans la pratique générale).

1° Méthode sans isolation des plantes-mères.— (Méthode de Baur) (1). — On choisit dans une parcelle un grand nombre d'individus, une centaine par exemple, à types d'épi les plus semblables possibles et dont les caractères répondent aux désiderata qu'on s'est fixés. On égrène chaque plante et on sème, au jardin d'amélioration, sur autant de parcelles qu'il y a eu de plantes-mères points de départ; cet ensemble de parcelles devrait être éloigné au moins d'une centaine de mètres de toute autre parcelle de seigle non amélioré.

Que sont ces plantes-mères au point de vue génétique ? Elles ont été fécondées par un mélange indéfini de pollen, nuage flottant au-dessus de la parcelle, émanant donc de l'ensemble des touffes du champ; ce mélange est, il est vrai, indéfini mais on peut dire qu'il est sensiblement le *même* pour toutes les plantes choisies. Les différences dans la valeur pratique des descendances seront donc, dans une grande mesure, le fait de la constitution génétique des diverses plantes-mères elles-mêmes : il s'agit donc ici d'une sélection individuelle *d'après les caractères des plantes maternelles seules.*

Depuis le semis jusqu'à la récolte, on fera soigneusement, comme il a été expliqué plus haut, les observations concernant tous les détails de la vie végétative des lignées en comparaison, et, détail spécialement important, on éliminera, *avant la floraison,* toutes les parcelles qui montreraient des défauts d'ordre pratique incompatibles avec une bonne culture : mauvaise résistance à la verse, aux maladies, à l'hiver, etc. De cette façon les plantes de première génération ne seront fécondées que par un mélange de pollen provenant de bonnes descendances, surtout que, simultanément, par suite de l'éloignement des autres champs non améliorés de cette céréale, tout danger d'apport de pollen étranger est écarté.

Avant la récolte, on détermine quelles sont les 2-3 ou 4 meilleures descendances et dans celles-ci on choisit de nouveau 50 à 100 plantes qui seront traitées comme à la génération précédente : semis en autant de parcelles qu'il y a de plantes-mères choisies à la seconde génération, observations végétatives, élimination d'un certain nombre de celles-ci avant floraison, féconda-

(1) Baur, E. — *Grundlagen des Pflanzenzüchtung.* — 1921, Berlin, Borntraeger, première et seconde édit., 115 pages, avec figures et planches dans le texte.

tion libre des autres entre elles, détermination, avant la récolte, des deux ou trois meilleures, choix nouveau, dans ces dernières, d'un certain nombre de plantes-mères de troisième génération.

En trois ou quatre générations, on aura ainsi obtenu un matériel de premier ordre suffisamment uniforme, puisqu'on aura toujours choisi les meilleures plantes maternelles et que le mélange de pollen qui, d'année en année, féconde l'ensemble des touffes, s'améliore lui-même de génération en génération. Cependant, si l'on veut éviter toute dégénérescence, il faudra continuer à choisir, si pas annuellement, du moins tous les deux ans de nouvelles plantes-mères.

Le reste des plantes des quelques parcelles non éliminées, parcelles qui viennent de fournir de nouvelles plantes-mères, est multiplié en plein champ, loin de tout ensemble de seigle non amélioré; la deuxième multiplication pourrait servir de parcelle de bordure entourant les premières : elle protégerait ainsi celles-ci contre tout danger de croisements indésirables qui pourraient provenir des champs voisins non améliorés.

Au bout de quelques années, quand on est partout entouré de parcelles portant des descendances déjà améliorées, on peut transporter le jardin d'amélioration en plein champ, en l'entourant toutefois des multiplications successives.

2° Méthode avec isolation des plantes-mères. — Cette méthode, actuellement encore suivie par la plupart des sélectionneurs, consiste en ceci : on choisit, dans une parcelle non améliorée, quelques belles plantes-mères; on les égrène et on sème les graines de chaque plante dans de petites parcelles carrées, en semis pas trop espacés. A l'approche de la floraison, chaque ensemble de touffes constituant une de ces petites parcelles, est entouré d'une espèce d'isoloir ou habitacle d'isolation constitué par quatre montants en bois, rassemblés en haut par de petites traverses; les quatre parois latérales et la paroi formant toit sont constituées par du papier parcheminé ou mieux par du tissu huilé; elles peuvent être, surtout du côté des vents dominants, consolidées par des traverses supplémentaires; ces tissus, principalement le papier parcheminé, ne peuvent être trop tendus à cause des possibilités de rupture provoquée par les changements successifs d'humidité et de sécheresse.

Pour la constitution des parois de ces isoloirs il faut absolument exclure les gazes et les étamines même à mailles très serrées si celles-ci ne sont pas obturées par une application d'huile : en effet, le pollen de seigle, de forme ovale, n'ayant qu'un diamètre d'environ 0.045 mm. sur 0.063 mm., peut passer facilement à travers ces ouvertures minuscules, surtout si ces corpuscules sont chassés contre les parois par un vent assez violent.

Il est à conseiller, vu que le vent ne peut pénétrer dans ces isoloirs pour assurer l'éparpillement du pollen en agitant les inflorescences, de rendre un des panneaux supérieurs mobile — de préférence celui opposé aux vents dominants — ou bien d'introduire, à travers cette paroi, à hauteur des épis un agitateur quelconque, simple fil de fer par exemple, afin de pouvoir, au moment de la floraison, agiter à courts intervalles les inflorescences.

Un isolement plus économique — dans le cas de descendances formées

seulement de quelques rares individus — est constitué par un cylindre de toile huilée tendue au-dessus de deux ou trois cercles en fort fil de fer, soudés à deux ou trois tiges métalliques verticales qu'on enfonce en terre. Ce cylindre est fermé à sa partie supérieure par un couvercle également en toile huilée.

Cet isolement complet contre tout danger d'un apport indésiré de pollen ne peut être pratiqué qu'à la génération des plantes-mères et à la première descendance de celles-ci, l'isolation de parcelles de quelque envergure donnant lieu à des frais trop élevés. Aux générations suivantes, il faudrait donc avoir recours à l'isolement par distance ou à l'encerclement des parcelles au moyen des générations précédentes déjà améliorées.

3° Recherche de lignées autogames (voir plus loin, p. 184).

La *technique* des analyses est, à très peu de chose près, la même que chez le Froment: je renvoie le lecteur aux pages où sont exposés les détails de l'analyse des diverses générations de cette dernière céréale.

Voici toutefois quelques données spéciales concernant certaines directives de l'amélioration du Seigle.

Deux caractères sur lesquels doit porter l'attention du sélectionneur sont : la *lacunosité* éventuel *de l'épi* et la *couleur des graines.*

A) *La lacunosité de l'épi.* — L'avortement de certaines fleurs, provoqué par de mauvaises conditions atmosphériques lors de la fécondation, est un phénomène naturel qui provoque la stérilité et, par le fait même, une certaine « lacunosité » de l'épi. Mais outre cette lacunosité due à des circonstances fortuites, il en est une autre, chez le Seigle, qui est l'apanage de certaines variétés, de certaines lignées et cette lacunosité-là est héréditaire : on sait, par exemple, que le Seigle de Schlanstedt possède souvent ce défaut et il n'est pas rare de mettre la main, dans n'importe quelle sorte, sur des lignées à épis lacuneux.

La plénitude de l'épi doit donc être une des principales directives de l'amélioration chez le seigle : il faut éliminer, sans hésiter, toute touffe dont les épis montreraient une certaine tendance à la lacunosité. Comme moyen de déceler ce défaut, rien ne vaut l'observation sur pied des plantes constituant les lignées; cette observation pourrait aussi se faire après la récolte, encore faudrait-il alors être sûr que l'absence de certaines graines dans les épillets ne soit pas due à un égrenage. A cette condition, une bonne mesure de la lacunosité éventuelle est le rapport entre le nombre de graines et le nombre d'épillets : normalement, le nombre de graines doit être le double de celui des épillets puisque, chez le Seigle, chaque épillet normal renferme deux graines; soit n le nombre d'épillets, le nombre normal de graines sera $2\,n$ et la valeur de la lacunosité sera $2\,n - n'$, n' étant la quantité de graines réellement dénombrée.

B) *La couleur des graines.* — En égrenant un certain nombre de touffes d'une population de Seigle, on enregistrera presque certainement diverses

colorations de graines : on trouvera des graines à coloration fondamentale verte (bleuâtre, vert, gris-vert, gris argenté, gris), et jaune (jaune-brun, rouge-brun, brun foncé) avec de multiples transitions. Les semences de couleur verdâtre sont cependant en majorité, vu la dominance de cette coloration vis-à-vis des autres lors des multiples croisements naturels entre les diverses touffes de la population.

Faut-il diriger la sélection de préférence vers une des ces couleurs à l'exclusion des autres ? L'amélioration, dans le but d'unifier le plus possible une coloration, sera toujours un progrès, puisqu'elle aura comme effet la purification de la sorte. Mais, hors de ce point de vue, y a-t-il une couleur qui doit être préférée au point de vue pratique du rendement et des autres qualités physiologiques ? Généralement, on semble vouloir donner la préférence aux graines de couleur verdâtre. Des essais très divers ont été, pendant de longues années, exécutés par von Rümker : il trouva souvent, chez les sortes à grains verts, une plus haute teneur en protéine (matières azotées), une meilleure façon de se comporter à la cuisson, une plus grande vitrosité, un rendement plus élevé. Mais von Rümker lui-même a enregistré de multiples exceptions et dit que ces constatations ne sont pas suffisamment générales pour qu'on puisse en tirer des conclusions certaines d'ordre pratique.

Actuellement cependant, on semble porté à préférer les variétés à grains verdâtres, auxquelles on attribue une plus grande précocité et un plus haut rendement en grain, à l'encontre des variétés à grain jaunâtre qui, croit-on, sont en général plus tardives et accusent un rendement plus élevé en paille.

Outre les deux caractères envisagés ci-dessus, il est à conseiller de déterminer tous les autres caractères d'ordre quantitatif et qualitatif qui font l'objet de l'analyse chez les autres céréales, par exemple : la *compacité* (D) *en épillets* (une certaine compacité non exagérée de l'épi semble favorable : Fruwirth estime qu'une bonne densité chez le seigle oscille entre 35 à 40 épillets sur 10 cm. de rachis, avec une densité en graines (*d*) de 60 à 72), le *tallage* (qui doit être plutôt moyen), la *longueur du chaume* (ce caractère a une certaine importance dans l'amélioration du seigle : outre qu'il semble corrélatif avec quelques autres qualités appréciables, il faut considérer que la paille de seigle a une valeur d'utilisation plus grande que celle des autres céréales; il ne faudrait pas cependant pousser l'amélioration dans ce sens au-dessus d'une certaine limite, une exagération de la longueur du chaume facilitant la verse et rendant très difficile la récolte en excluant l'utilisation de la moissonneuse), la *longueur de l'épi,* sa *forme* (on estime généralement une forme de l'épi plutôt carrée), la *forme de la graine* (on préfère une forme plutôt allongée, la graine étant enfermée dans des glumelles plutôt longues elles aussi et bien serrées autour de la semence, afin d'éviter le danger d'égrenage), le *poids des* 1000 *graines* (au-dessus de 30 grammes) et le *poids de l'hectolitre* (au-dessus de 71 kg.).

§ 2. — Hybridation.

Au moment même où débute la floraison, les épillets commencent à s'entre-

bailler, les anthères poussées en avant par l'allongement rapide des filets apparaissent immédiatement entre les extrémités entrebaillées des glumelles, la déhiscence des sacs polliniques s'effectue et du pollen est évacué; comme le montre très bien la figure 42, cette élongation des filets est extraordinairement rapide : dès que les anthères ne sont plus soutenues par les enveloppes florales, elles s'infléchissent vers le sol et émettent en ce moment, un petit nuage de pollen, émission qui se continue au moindre ballottement des épis, tellement

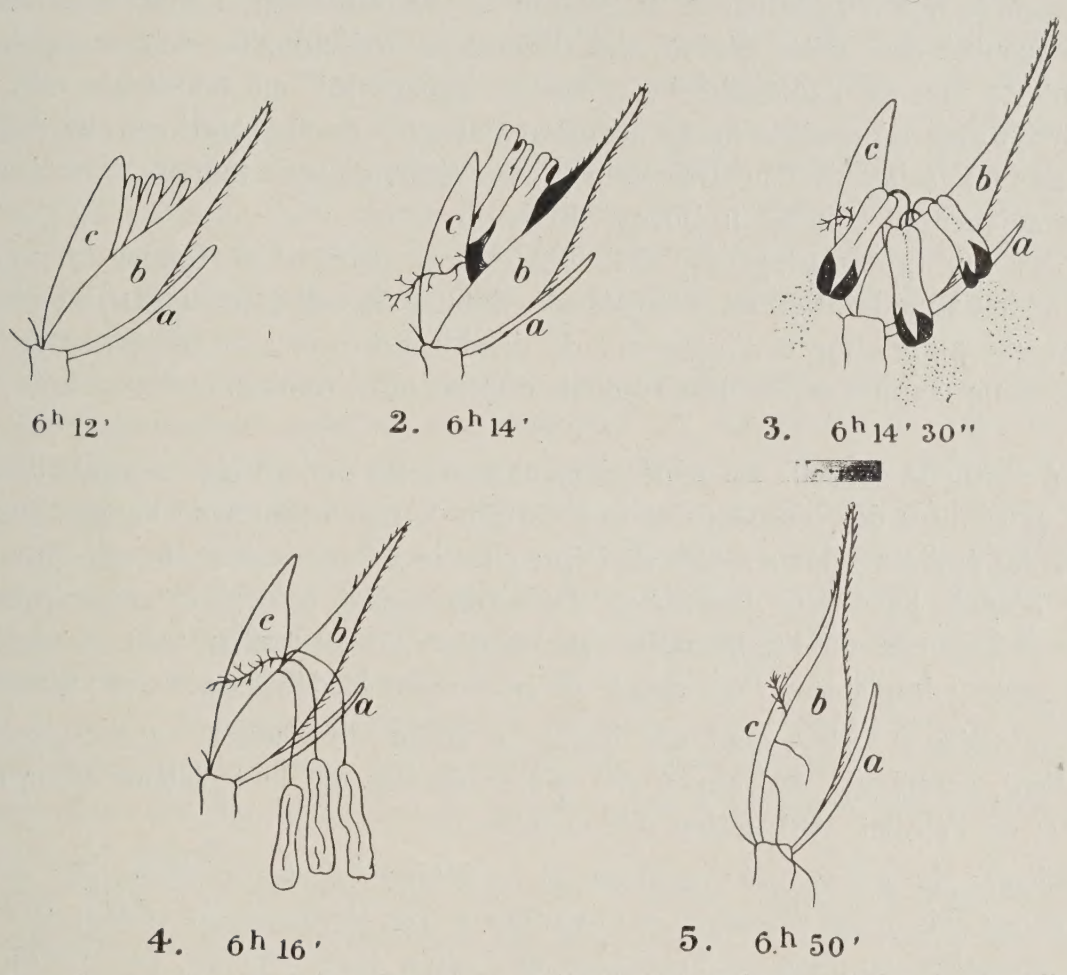


Fig. 42. — La floraison du Seigle. Stades successifs du phénomène. *a*, glume, *b*, glumelle inférieure, *c*, glumelle supérieure. (Une seule des deux fleurs de l'épillet est représentée). Dessin libre d'après Fruwirth, *Handb. der Pflanzenzüchtung*...

que, par vent léger, l'air est vraiment saturé de poussière fécondante.

Contrairement à ce qui se fait chez les céréales autogames, où la majeure partie du pollen tombe sur le stigmate de la même fleur, chez le Seigle la grande masse du pollen est emportée; une certaine partie peut cependant, dès le début du phénomène, tomber sur l'organe femelle. Faisons remarquer que, pendant toute l'anthèse, la plumule est largement étalée entre les glumelles écartées.

Quoique la pollinisation d'un stigmate par du pollen de la même fleur est possible, il faut néanmoins considérer le Seigle comme étant normalement *autostérile,* c'est-à-dire incapable d'être fécondé de cette manière; on croit voir l'explication de ce fait dans un ralentissement excessif de la croissance du tube pollinique à travers le style de la fleur portant l'anthère qui a émis le

grain de pollen, ralentissement qui semble dû à l'action nocive d'une excrétion du stigmate. Jost dans ses études physiologiques sur la floraison et la fécondation a observé, chez le Seigle, que le tube pollinique germant sur le stigmate de la même fleur n'avait pas encore atteint l'ovule après 24 heures, alors que celui d'un grain de pollen venant d'une autre plante gagnait la gamète femelle en 8 heures.

Contrairement à ce phénomène qui semble être la règle chez *Secale,* Heribert Nilsson, le réputé généticiste de la Station de Weibullsholm (Landskrona, Suède) a rencontré chez cette céréale des différences individuelles très marquées au point de vue de l'autostérité : plusieurs lignées lui ont donné de très bons pourcentages de graines après autofécondation. Ces observations ont été confirmées par celles de Fruwirth au cours de séries d'essais tendant à obtenir des descendances à couleur uniforme du grain.

C'est sur ces constatations indéniables que pourrait se fonder la nouvelle méthode d'amélioration de cette céréale, dont je parlais plus haut : la recherche dans une population et l'isolement de lignées *autogames* de Seigle, se comportant donc comme celles de Froment, d'Orge ou d'Avoine.

La maturité sexuelle est généralement marquée par un léger entrebaillement des extrémités des glumelles et une certaine augmentation de l'angle que forment les épillets avec le rachis de l'épi; c'est le premier début de cette maturité qui, d'après l'excellent technicien Tschermak, doit être choisi pour procéder aux préparatifs de l'hybridation parce que, un peu plus tard, le moindre mouvement imprimé à l'épi risque de provoquer la déhiscence des anthères.

Castration : Enlèvement des barbes à coups de ciseaux, raccourcissement de l'épi, arrachage, au moyen des pinces droites, de la troisième fleur éventuelle de l'épillet, extirpation des anthères.

Récolte du pollen : Provocation de la déhiscence des anthères par secouement des épis ou, si ce moyen est insuffisant, par l'écartement violent et répété des glumelles ou bien, si l'émission de pollen tarde encore, par l'arrachage des glumelles inférieures afin d'exposer tout l'androcée aux rayons directs du soleil, tous « tours de main » qui, d'après Tschermak, provoquent pour ainsi dire instantanément, le dernier surtout, la déhiscence.

Fécondation : Dépôt d'une anthère en déhiscence sur le stigmate de chaque fleur castrée. Il est fortement à conseiller d'opérer, pour le Seigle, en chambre close ou en serre, sur des plantes empotées : en effet, au moment de la floraison de cette céréale, l'air est vraiment saturé de grains de pollen pouvant venir compliquer singulièrement les opérations.

Au point de vue sélectif, pour créer des races nouvelles, on peut aussi utiliser la facilité très prononcée des croisements spontanés chez le Seigle.

Soit, par exemple, qu'on veuille croiser entre elles deux variétés A et B; dans une grande parcelle de A, on sème par-ci par-là, en en marquant soigneusement l'emplacement, une graine de B ou bien on y dépose quelques plantes

empotées de cette dernière sorte, ce qui à l'avantage de pouvoir avancer ou retarder, si nécessaire, l'époque de floraison de B, afin de la faire coïncider avec celle de A. On peut être quasi certain que l'énorme majorité des fleurs de la variété B seront fécondées par du pollen provenant de A. On égrène et on sème la F1 sur une petite parcelle éloignée de 100 à 200 m. de tout autre seigle. On pourrait aussi, en choisissant des époques de semis appropriés, avancer ou retarder la floraison de cette parcelle d'hybrides de première génération, de façon à ne pas faire coïncider cette floraison avec celle des seigles environnants. On pourrait encore, d'après une méthode assez répandue, établir cette parcelle au milieu d'une grande pièce d'une autre céréale, de froment, par exemple. On agit de même avec la F2 et les quelques générations suivantes, afin de laisser s'accomplir les éliminations naturelles, jusqu'à ce qu'on juge le moment venu, après 4-5 années, d'y choisir quelques plantes-mères, points de départ d'autant de sélections individuelles : dans ce cas aussi, les diverses petites parcelles pourraient être noyées dans une grande pièce d'une autre céréale.

On constate généralement que chez les plantes allogames qu'on a obligées à des autofécondations répétées, le rendement, la luxuriance de végétation et la résistance aux maladies diminuent rapidement : le fait est général chez le Maïs; je l'ai constaté aussi chez *Campanula,* plante essentiellement allogame: au bout de quelques années d'essais de purification par des autofécondations répétées, les plantes issues de ces générations autogames étaient malingres, chlorotiques, sans résistance vis-à-vis des maladies, au point que 75 p. c. de plantules et davantage périssaient.

Chez le Seigle, le même phénomène se manifeste, quoique pas toujours avec la même intensité; d'ailleurs, des recroisements entre lignées de même valeur ramènent, dans ces cas, la fertilité et la luxuriance antérieures (phénomène de *l'hétérosis* de Schull).

Comme nous l'avons déjà dit, on peut trouver, dans des populations de Seigle, des plantes autofertiles à un haut degré, et aussi des individus autostériles se disjoignant en lignées autostériles et autofertiles. Ce point qui, au point de vue de l'amélioration, différencie nettement *Secale* de *Zea Maïs* a été récemment établi, d'une façon péremptoire, par Héribert Nilsson.

Les essais d'hybridation entre diverses sortes de seigle, dans le but d'étudier le comportement des divers facteurs lors des disjonctions mendéliennes, ne vont pas sans quelques difficultés, à cause justement de l'allogamie prononcée de cette céréale. Cette étude est encore rendue plus ardue par le fait que les différences raciales ne sont pas encore si bien connues chez le Seigle que chez les autres céréales. Aussi les séries d'analyses factorielles ne datent que de peu et des résultats définitifs n'ont pas encore été établis.

Tschermak et Héribert Nilsson ont élégamment tourné la difficulté en employant comme « indicateurs » dans leurs croisements, des seigles de types aberrants, le premier, la variété dite « du professeur Heinrich » à épi court, large, érigé, variété due à une mutation, le second, un type rare, découvert dans une race locale et caractérisée par l'absence de revêtement pruineux sur les tiges, feuilles et épis. Les expérimentateurs ont ainsi réussi à établir que les

facteurs : « forme allongée et forme courte-forme large et forme étroite-épi compact, dense et épi lâche, à épillets plus espacés — épi érigé et épi nutant, penché » facteurs déterminant le type de l'épi, semblent tous de même valeur : la F1 est intermédiaire et à la F2, il y a disjonction normale 1 : 2 : 1; quelquefois cependant l'obtention, à la F3, de types intermédiaires homozygotes indique la présence de plusieurs facteurs déterminant l'aspect de l'épi.

Il en est de même avec le caractère « autofertilité » qui, récessif vis-à-vis de l'autostérilité, semble dû à l'interaction de plusieurs facteurs.

II. — L'AMELIORATION DU MAIS (*Zea Maïs*).

L'amélioration de cette céréale a, pour la Belgique, et pour la plus grande partie de la France, une importance nulle ou très restreinte. Je n'ai pas cru cependant pouvoir m'abstenir d'indiquer les méthodes de perfectionnement les plus récentes de cette céréale, dont la culture occupe de très grands espaces dans les pays méditerranéens et coloniaux.

Comme le Seigle, le Maïs est une plante allogame; mais à l'inverse de cette céréale, les sexes sont séparés quoique réunis sur les mêmes pieds; à la partie inférieure des chaumes, les fleurs femelles sont réunies en épis entourés de bractées qui, à la maturité sexuelle, laissent apparaître, à leur extrémité, les houppes soyeuses des stigmates; au sommet des plantes, les fleurs mâles forment des inflorescences en panicules analogues à celles de l'Avoine.

Après autofécondation forcée, il y a autofertilité, avec formation assez abondante de graines : toutefois en continuant à cultiver côte à côte les plantes-sœurs résultant d'une même autofécondation, à l'abri de tout croisement avec des formes voisines, en un mot, en exécutant plusieurs années durant, des cultures dites incestueuses, une rapide dégénération intervient souvent, la luxuriance de végétation faisant place à du nanisme et les rendements allant en régression très sensible, jusqu'à un minimum qui, une fois atteint, reste stationnaire.

Mais, phénomène intéressant étudié surtout récemment par Shull, qui lui a donné le nom d' « hétérosis », l'infusion, dans une lignée ainsi dégénérée par culture incestueuse, d'un sang nouveau au moyen d'un croisement naturel avec une lignée voisine ramène le rendement à des limites normales.

§ 1. — Directives de l'Amélioration.

1° Le rendement. — Rendement en grain, par plante — % de grain dans le poids total — nombre moyen d'épis par plante — rendement en grain, par épi.

2° La forme et l'aspect des épis. — Ce sont des facteurs corrélatifs du rendement : épis de longueur typique pour la variété, sans exagération de cette longueur, ce qui amène d'ordinaire des vides et une implantation irrégulière des graines sur le rachis; les deux extrémités des épis doivent être bien garnies, sans lacunes; l'implantation des graines sera régulière, en lignes droites, pas trop spiralées; la grosseur des épis sera proportionnelle à leur longueur.

3° Pourcentage du poids des graines dans le poids total de l'épi. — Une participation trop grande du rachis dans le poids de l'épi est naturellement indésirable; d'ailleurs un axe trop épais, ou trop aplati, amène souvent une implantation irrégulière des graines et de la lacunosité.

4° L'aspect extérieur et intérieur des graines. — Hopkins, de la Station expérimentale de l'Illinois (Etats-Unis), a démontré que, sur une coupe longitudinale et transversale, une petite largeur de la zône farineuse indique une teneur élevée en matières azotées et que, d'autre part, la présence d'un embryon large et long fait présumer un pourcentage élevé en matières grasses.

Quant à leur aspect extérieur, on recherche des graines larges vers leur extrémité libre, s'atténuant insensiblement, sans se terminer en pointe, à leur base d'insertion; on préfère aussi les graines plutôt longues, les graines courtes étant souvent l'indice d'un rachis trop épais et possédant, généralement, un embryon trop peu développé. Faisons observer ici que l'importance qu'il faut attacher à la prédominance, dans le grain, de tel ou tel complexe chimique (matières azotées, amylacées ou grasses), dépend de l'usage auquel le sélectionneur destine sa productoin : alimentation humaine ou animale, fabrication de l'amidon, extraction de l'huile.

5° Précocité. — Dans les contrées où la moyenne estivale de la température ne permet pas la culture d'un Maïs luxuriant à rendement très élevé en grain, il faudra nécessairement sélectionner au point de vue « précocité »; dans une telle variété, d'après les observations concordantes de plusieurs expérimentateurs, les épis seront plus petits, ils comporteront moins de rangées et ils seront moins nombreux : un, deux ou, tout au plus, trois.

Au contraire, si les conditions climatériques permettent la culture de races à grand développement végétatif — comme dans quelques provinces des Etats-Unis — on pourra sélectionner des lignées plus tardives, à haut rendement, à épis suffisamment nombreux, de bonne longueur et comportant un assez grand nombre de rangées.

§ 2. — Méthodes et technique.

C'est aux Etats-Unis d'Amérique que les méthodes d'amélioration du Maïs ont été poussées à un haut degré d'ingéniosité et de sens pratique. A ce point de vue, on peut citer, outre le Département central de l'Agriculture, à Washington, les Stations expérimentales de l'Illinois, du Connecticut, du Nébraska et de l'Ohio, ainsi que, entre d'autres, les noms de Emerson, Hayes, East, Shull, Hopkins, Williams et Collins.

Les bases de toutes ces méthodes sont : 1° l'autofertilité du Maïs après autofécondation forcée et la possibilité de créer ainsi des lignées pures; 2° la constitution d'une première génération hybride très productive, par croisement de deux lignées plus ou moins dégénérées par suite de culture incestueuse.

L'amélioration est beaucoup facilitée par la rapide multiplication des descendances, due au grand nombre de graines de chaque touffe. Détail d'ordre

pratique qui a son importance : les épis de Maïs doivent être séchés sans se toucher, pour ne pas provoquer des altérations; on utilise, en Amérique, pour ce séchage, des lattis sur lesquels on dispose les épis côte à côte. East préconise un système formé de clous implantés obliquement dans des lattes superposées : les épis récoltés y sont enfoncés par la base du rachis. Dans de grandes exploitations, il est préférable d'avoir recours à des séchoirs mécaniques.

Méthode Williams. — A la Station expérimentale de l'Ohio, Williams applique avec succès sa récente méthode basée sur l'isolation par espacement des époques de semis. La fig. 43 donne une idée des phases successives de cette méthode.

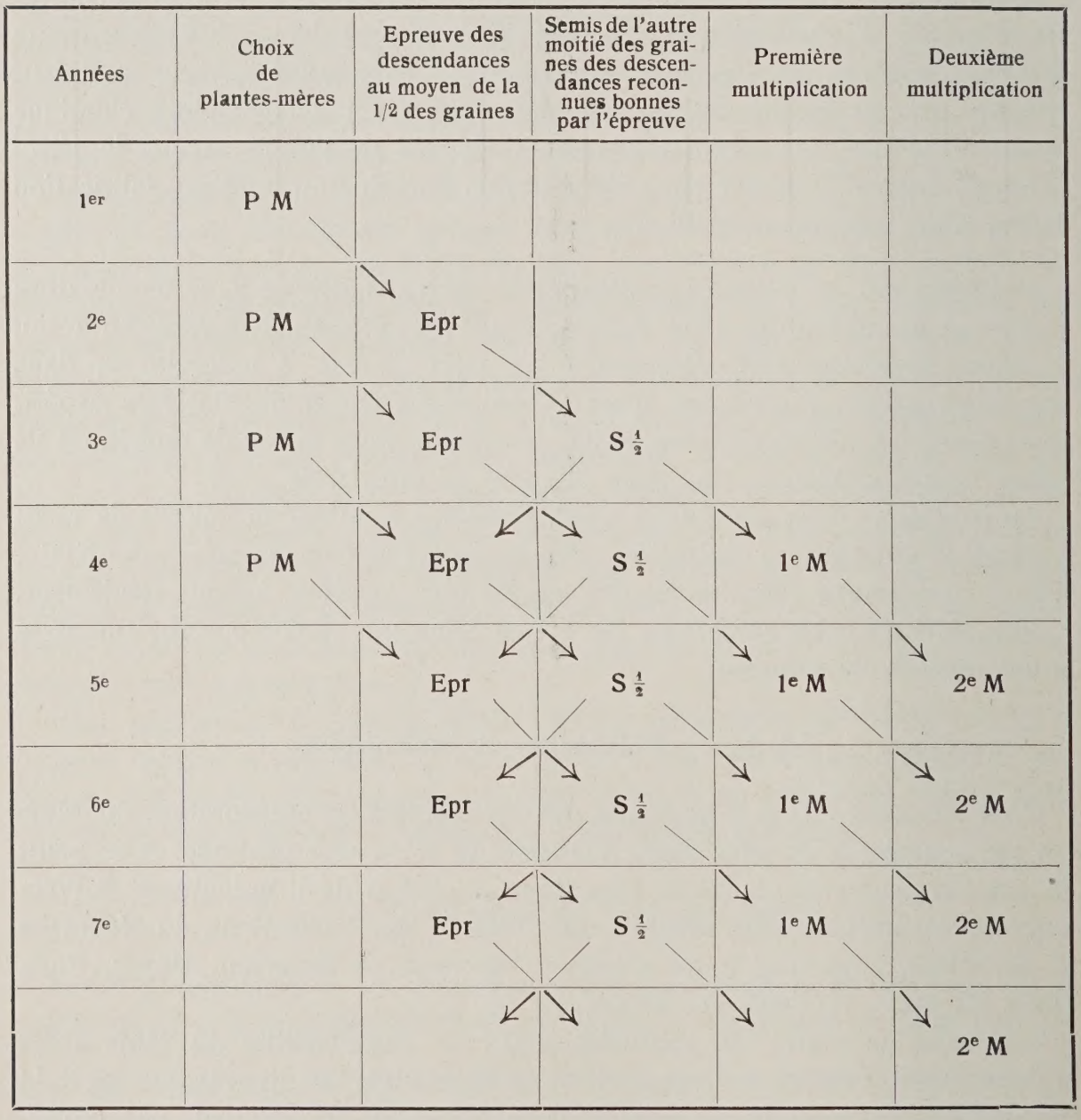


Fig. 43. — Schéma de la méthode d'amélioration Williams.

Remarque : Dès la 5e année, outre des graines de la S 1/2 de l'année précédente, prennent part à chaque Epr, des semences provenant des 1e et 2e M des années antérieures, chose qui n'a pu être figurée dans le schéma.

Les quatre premières années, on prélève annuellement dans une parcelle de Maïs de nouvelles plantes-mères; la moitié de la semence de chaque plante-mère sert à établir une culture comparative ou *épreuve* des descendances, l'autre moitié est *mise en réserve.*

Epreuve des descendances. — On emploie pour cette épreuve la moitié des graines provenant de chaque plante-mère; au moyen de cette quantité de semence, on met en terre deux rangées : le schéma de la fig. 44, établi pour cinq plantes-mères, explique la manière de procéder.

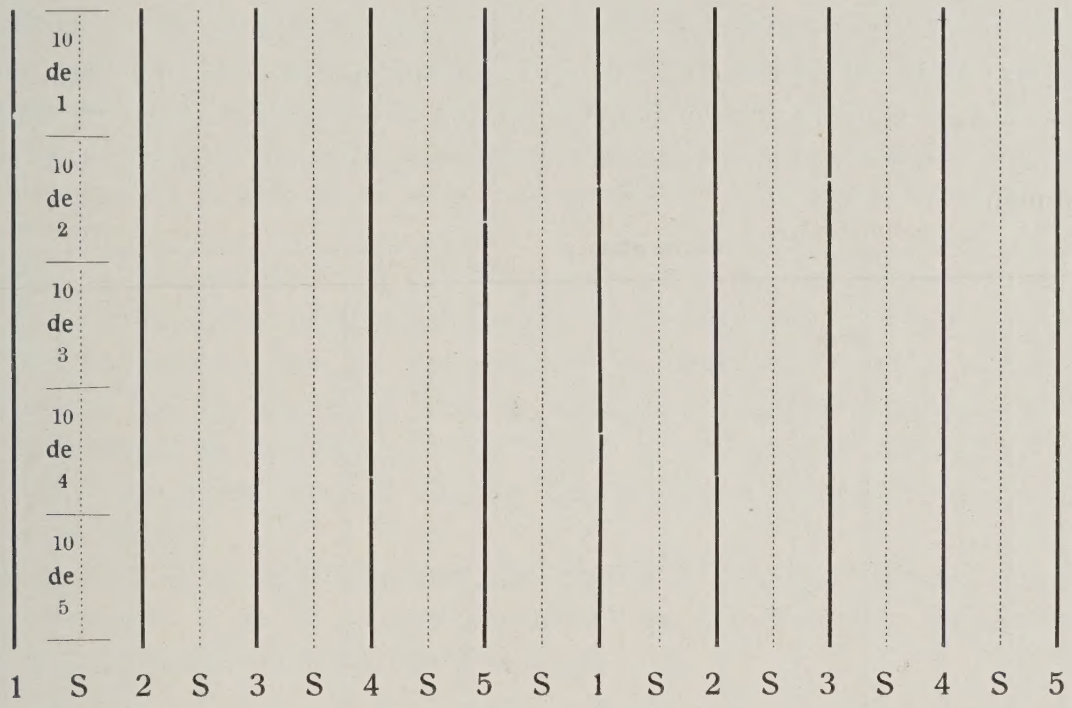


Fig. 44. — Schéma de l'épreuve des descendances, dans la méthode Williams. 1, 2, 3, 4, 5 = les diverses lignées. S = ligne « standard ».

L'étude comparative des cinq descendances se fait en les mettant en compétition avec une ligne « standard », formée d'un certain nombre de graines prélevées sur chaque plante-mère, chaque fois le même nombre : soit dans le schéma ci-dessus, si les lignes sont de 50 graines, la ligne « standard » sera composée de cinq séries successives de 10 graines prélevées à chaque plante-mère; on détermine le rendement moyen de toutes les lignes-standard, on compare avec ce rendement moyen celui de chacune des lignes (descendances) 1 à 5 et, d'après les résultats de cette comparaison, on élimine un certain nombre de lignées.

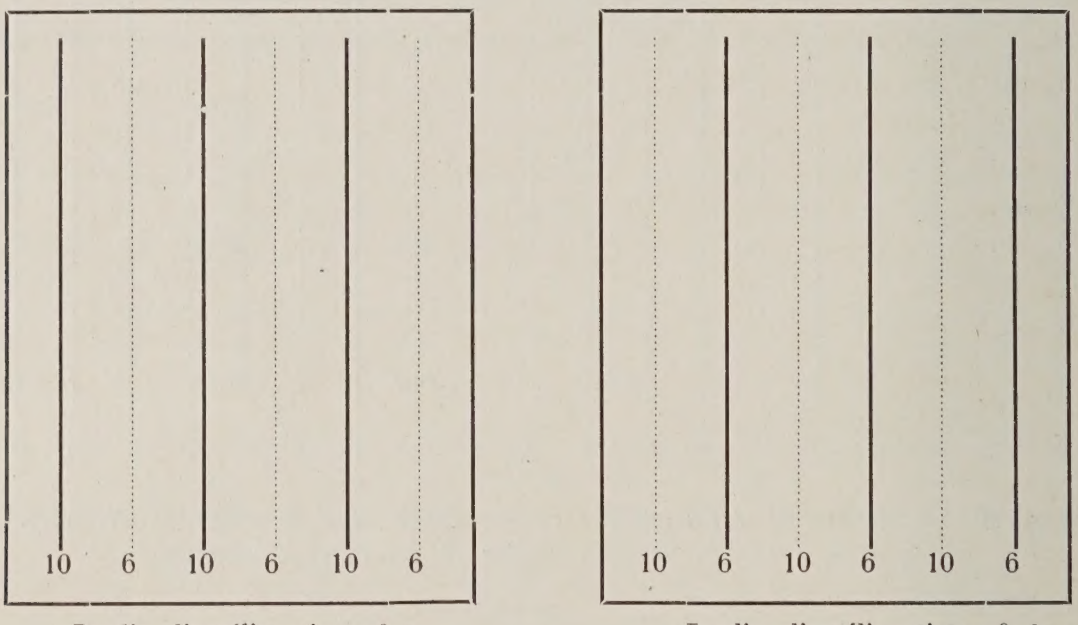
L'année suivante, on effectue le semis (S $\frac{1}{2}$ du schéma) de la moitié des graines mises en réserve à la récolte précédente, pour ces descendances-là qui auront subi avec succès l'épreuve.

Lors de ce semis, on choisit une des lignées dont les graines seront semées en lignes intercalaires entre chaque série de lignes des autres descendances. Dès leur apparition, on coupe les panicules mâles chez toutes les descendances, excepté dans les lignes intercalaires : ce détail de technique évite les croise-

ments entre plantes-sœurs et par conséquent la culture incestueuse et ses suites néfastes éventuelles (1).

Dès la quatrième année, cette précaution contre la dégénérescence est assurée par la collaboration à l'épreuve, des descendances de plantes choisies dans les générations antérieures; même, dès la sixième année, on n'emploie plus que ces dernières.

Méthode Shull. — Cette méthode, qu'on expérimente actuellement aux Etats-Unis, et qui est encore plus ingénieuse peut-être que la précédente, commence par la création de lignées pures, par autogamie forcée d'individus de choix; puis elle utilise *l'hétérosis*, ce phénomène par lequel le croisement naturel entre deux lignées, même dégénérées à un certain degré par culture incestueuse répétée, régénère une descendance hybride luxuriante, à grand rendement.



Jardin d'amélioration n° 1 Jardin d'amélioration n° 2.

Fig. 45. — Méthode d'amélioration de Shull.
..... = Lignes chez les individus desquelles on enlève, avant la floraison, l'inflorescence mâle.

On choisit donc un certain nombre de plantes-mères de choix dans un ensemble non amélioré; on les isole, sous une tente isolatrice afin de les obliger à l'autogamie. On maintient cette autogamie pendant 2, 3, 4 années puis, au moyen d'un très grand nombre de croisements — voir leur technique plus loin — on établit quelles sont, parmi les descendances isolées, obtenues donc par culture incestueuse, *les deux lignées qui, par leur croisement, donneront la meilleure première génération hybride.*

Il s'agit d'obtenir, de ces deux meilleures lignées, de la semence pour la vente; voici la méthode proposée par Shull (Fg. 45):

(1) Afin d'empêcher la pollinisation entre plantes-sœurs, on pourrait aussi entourer un carré composé de touffes d'une lignée par une large bordure de plantes d'une autre descendance, puis en supprimer les panicules mâles.

Soit, par exemple, 6 et 10 ces meilleures lignées : on établit deux petits jardins d'amélioration très éloignés l'un de l'autre ainsi que de toute autre parcelle de Maïs; dans chacun de ces jardins, on fait alterner une ligne de 6 avec une ligne de 10. Puis, au moment de leur apparition, on élimine, dans le premier jardin, toutes les inflorescences mâles de la lignée 6 et, dans le second, toutes celles de la lignée 10, en laissant intactes, non castrées, dans la première parcelle, les touffes de la lignée 10 et, dans la seconde, celles de la descendance 6.

L'effet de cette castration sera le suivant : Dans la première parcelle, tous les grains des épis de la lignée 6 proviendront de fleurs qui auront été fécondées par le pollen de 10 et seront, par conséquent, de nature hybride, alors que les semences récoltées sur 10 seront pures et donneront des plantes homozygotes. Dans le jardin N° 2, nous observons des résultats opposés : les graines récoltées sur les touffes de 6 seront pures, celles de 10 étant de nature hybride.

Toutes les graines de 6 du premier jardin et toutes les graines de 10 du deuxième jardin seront passées à la *vente;* grâce aux effets heureux de l'hétérosis, elles donneront une F1 qui, à cause de sa régularité et de ces hauts rendements, sera la bienvenue chez le cultivateur-acheteur; celui-ci, d'autre part, ne pouvant en multiplier la F2 à cause de sa grande hétérogénéité est ainsi forcé de passer derechef chez le sélectionneur-producteur, pour renouveler sa semence.

Les graines de la lignée homozygote 10 de la première parcelle et de la lignée constante 6 de la seconde fourniront au sélectionneur, de nouveaux sujets à hybridation pour l'année ultérieure.

§ 3. — L'Hybridation chez le Maïs. — Sa technique.

1° Une première méthode, analogue à la technique normale, est la suivante: Quelques jours avant la maturité sexuelle des fleurs femelles, maturité qui s'annonce par l'apparition des stigmates à la pointe du cône formé par les bractées entourant l'épi, on isole ces inflorescences au moyen d'une coiffe. Fruwirth conseille le procédé suivant : On utilise un grand sachet en papier parcheminé dont on a enlevé le fond; on a ainsi constitué une espèce de cylindre ouvert aux deux bouts; on le glisse prudemment par-dessus l'inflorescence mâle et les feuilles jusqu'en bas du chaume, puis, au moyen d'un lien, on le fixe par les deux extrémités autour de la tige.

On entoure, d'autre part, d'une coiffe semblable l'inflorescence mâle des plantes qui fourniront le pollen. Quand les stigmates atteignent leur longueur normale, on agite au dessus d'eux l'inflorescence mâle coupée et l'on répète l'opération quelques fois, jusqu'au flétrissement des stigmates.

Les individus de la F1 et de la F2 peuvent, eux aussi, être isolés en entier sous un long sac en papier parcheminé ou huilé, fixé en bas de la tige.

Les deux expérimentateurs américains Collins et Kempton recommandent de recourber vers le sol la panicule mâle et de la relier à l'épi femelle au moyen d'un tube en papier huilé. Il est à conseiller d'être prudent lors de

l'ouverture des coiffes d'isolation, à cause des quantités extraordinairement grandes de grains de pollen qui, au moment de l'anthèse, flottent dans l'air.

2° Une autre méthode plus simple consiste dans la plantation de lignes alternantes d'un certain nombre de plantes appartenant aux deux lignées qu'on veut hybrider et cela sur une petite parcelle située à grande distance de tout autre champ de Maïs. D'ordinaire, quand on utilise cette méthode, on décapite toutes les inflorescences mâles d'une des deux lignées : les graines récoltées sur cette lignée ainsi castrée seront nécessairement des graines hybrides.

Comportement des divers caractères. — Faire l'étude de ces caractères au point de vue génétique dépasserait de beaucoup les limites que je me suis tracées dans ce manuel. Le Maïs est une des céréales qui a été la plus étudiée sous ce rapport: les génétistes, qui l'ont prise comme sujet de leurs observations, sont surtout des Américains et ont nom East, Hayes, Collins, Lock, Emerson et Kempton.

*
**

Xénies.

Disons ici quelques mots du phénomène de l'apparition de « xénies ». Dans des croisements d'un maïs dit « Maïs sucré », à graines ridées, vitreuses, avec du « Maïs à fécule » qui possède des graines lisses, farineuses, le caractère grain lisse se montre dominant vis-à-vis du grain ridé.

Si l'on autoféconde artificiellement les épis d'une plante appartenant à une lignée pure de Maïs sucré, excepté un seul qu'on féconde avec du pollen provenant d'une lignée pure de Maïs à fécule, on constate déjà sur le géniteur maternel de la P1 les effets de l'hybridation : alors que les épis autofécondés portent tous des graines ridées, l'épi résultant de l'hybridation a déjà des graines lisses; en un mot, *les graines de la* P1 *montrent déjà les caractères de la* F1.

Ce fait, qui semble extraordinaire, est très normal : en effet, ces caractères « vitrosité » ou « farinosité », « aspect ridé » ou « lisse » sont des caractères de l'endosperme de la graine, c'est-à-dire du tissu entourant l'embryon, tissu qui résulte d'une vraie fécondation du noyau secondaire du sac embryonnaire par le deuxième noyau génératif du tube pollinique, tout comme l'embryon est le produit de la fusion de l'oosphère et du premier noyau génératif; comme le dit très bien Baur, l'endosperme est quasi un second embryon entourant le premier et servant d'aliment à celui-ci. Il n'est donc nullement étonnant que l'endosperme montre déjà des caractères dominants provenant du géniteur paternel.

CHAPITRE III.

L'AMÉLIORATION DES PLANTES SARCLÉES

I. — L'AMELIORATION DE LA BETTERAVE A SUCRE.

Nulle amélioration n'a été poursuivie avec autant d'énergie que celle de la Betterave sucrière dans certains pays qui, comme la France, la Bohême, la Pologne, l'Allemagne sont devenus les fournisseurs attitrés des semences de cette plante-racine.

Depuis qu'on s'est attaché — dans la mesure du possible — à combiner, dans une même descendance, une teneur élevée en sucre et un poids raisonnable de la racine, on a enregistré des progrès importants; les chiffres ci-dessous, empruntés à une étude récente de Bartos, sur la culture betteravière en Bohême le prouvent surabondamment :

Périodes quinquennales.	Teneurs en sucre.	Poids en gr., par betterave. Racines.	Sucre.	Feuilles.
1897-1901 . .	14.8	354	52	244
1902-1906 . .	16.4	355	58	239
1907-1911 . .	16.8	374	63	268
1912-1916 . .	17.6	467	82	332

On voit, par ce petit tableau, que tout en maintenant une teneur normale assez élevée, on a réussi à augmenter notablement le poids de la racine. Il ne faut pas qu'on dise que cette augmentation est due uniquement à de meilleures façons de culture et au perfectionnement des procédés d'extraction du sucre : en 1907, ces procédés étaient, à peu de chose près, ce qu'ils sont encore maintenant.

§ 1. — Méthodes, technique et directives.

Nous avons étudié antérieurement les principes de l'amélioration par lignées pures; en les appliquant à la sélection de la betterave sucrière, nous allons nous butter de suite à quelques difficultés spéciales, qui proviennent des trois faits suivants :

1° La betterave est une plante *bisannuelle,* c'est-à-dire qu'elle n'achève pas — normalement — sa végétation en une année : pendant une première année, elle ne fait que constituer des réserves nutritives, s'accumulant dans la racine, qui prend de ce fait un grand développement; ce n'est qu'au cours d'une deuxième année de végétation que, grâce à ces réserves, elle pousse une tige qui fleurira et produira des graines.

2° La betterave est une plante essentiellement *allogame :* en effet, l'autofécondation dans l'énorme majorité des cas est rendue impossible par le fait de la *protandrie,* c'est-à-dire de la non-concordance de maturité sexuelle des étamines et des pistils : ceux-ci ne sont fécondables que deux à trois jours après la déhiscence des anthères, à un moment, où celles-ci sont déjà complètement flétries. Les agents de transport de pollen entre fleurs voisines du même pied ou entre fleurs de pieds voisins sont le vent, et surtout des insectes et des larves (pucerons, thrips, etc.).

3° La betterave est, plus que n'importe quelle autre plante, soumise à *l'influence du climat, du sol et des procédés de culture.* L'allure annuelle du temps surtout peut, d'année en année, provoquer dans la descendance d'une lignée de grandes variations dans le poids des racines et dans la teneur en sucre; ces variations peuvent embrouiller notablement le jugement qu'on doit se faire sur la transmission héréditaire des qualités des plantes-mères à leurs filles et petites-filles.

Ces trois circonstances rendent beaucoup plus ardues les opérations de l'amélioration et sont cause que d'âpres discussions surgissent encore actuellement sur l'opportunité de tel ou tel détail technique.

Nous allons passer en revue successivement les différentes opérations de l'amélioration, en mettant en présence — quand il le faudra — et en soumettant à discussion les divers procédés préconisés.

1° Le choix des plantes-mères.

1. Première sélection sur le terrain.

Elle s'effectue dans des parcelles de betteraves provenant de semis de bonnes graines commerciales, appartenant à des variétés estimées dans la région.

Comme la bonne réussite de l'amélioration dépend en partie de ce choix, il importe qu'on donne à ces parcelles les soins culturaux les plus attentifs; le terrain choisi sera d'excellentes composition et régularité, les labours seront effectués avec grand soin, la fumure sera rationnelle, pas poussée à l'excès (pour ne pas provoquer la formation de racines surnourries), les graines seront de première qualité et on ne réservera au semis que celles qui seront retenues par un tamis de 3 mm. Le semis sera précoce (afin de pouvoir éliminer le plus grand nombre possible de betteraves annuelles, montant en graines dès la première année) et pas trop profond; le démariage sera soigné, pas trop tardif; les binages seront nombreux (3 ou 4).

Déjà, *avant la récolte,* au cours de la deuxième quinzaine d'août, on pourrait faire une pré-sélection avantageuse, basée sur l'aspect de la végétation foliacée : on marque, au moyen d'un bâton enfoncé à côté de la racine, les individus à feuilles nombreuses, étalées presque horizontalement ou mi-dressées, à large surface foliaire, de couleur foncée et rendue très irrégulière par un gaufrage intense, à pétiole profondément creusé : autant d'indications pour une teneur élevée en sucre.

A la récolte, qui ne se fera qu'à complète maturité, un ouvrier expérimenté, jouissant d'un excellent coup d'œil, ou mieux encore le sélectionneur lui-même, suit les arracheurs et fait mettre à part toute racine qui lui semble être de valeur au point de vue de la richesse, tout en représentant bien le type normal de la variété; il choisira, de préférence, des racines à forme bien régulière, coniques ou pyriformes (en forme de poire), s'amincissant insensiblement, pas trop longues et assez renflées supérieurement afin de faciliter l'arrachage, non fourchues, à surface rendue plus ou moins rugueuse et grisâtre par des rides transversales rapprochées, à sillons latéraux profonds, spiralés, en forme de S très étiré, et bien garnis de radicelles, à collet aplati, non allongé en cône. Il faut résolument exclure de ce choix les betteraves de bordure, celles qui entourent les places vides, les individus malades et ceux qui auraient monté en graines dès la première année (1).

2. Sélection au laboratoire.

A. — *D'après l'aspect extérieur.* — Les racines choisies sont amenées au laboratoire et nettoyées le mieux possible, mais prudemment (en se gardant bien d'enlever les radicelles des sillons latéraux) au moyen d'une spatule en bois, ou même par un lavage rapide, avec dessiccation dans un local bien chauffé. Ainsi nettoyées, les racines sont disposées, une à une, dans des casiers et examinées une seconde fois concernant les caractères extérieurs mentionnés ci-dessus; cet examen complémentaire, se faisant dans de meilleures conditions qu'en plein champ, éliminera encore un certain nombre de betteraves.

B. — *D'après le poids.* — On donne à chaque racine restante réservée à la sélection ultérieure un numéro d'ordre (qu'on inscrit légèrement dans la betterave au moyen d'une pointe en acier ou sur une étiquette ou fiche en bois, attachée, à plat, par une ficelle, contre la racine). On procède ensuite à la détermination du poids individuel, pour laquelle on utilise, soit un peson sensible, bien réglé, ou mieux encore une balance Roberval ordinaire ou une bonne balance à index et cadran; ces poids sont soigneusement annotés dans un carnet vis-à-vis des numéros affectés aux betteraves.

Ensilage. — La meilleure époque d'analyse des betteraves choisies est le printemps. En effet, la blessure qu'on est obligé de faire à la racine pour prélever la quantité de pulpe nécessaire à la détermination de la teneur en

(1) Inutile d'ajouter que les betteraves choisies pour l'amélioration ne peuvent être décolletées aussi fortement que les betteraves destinées à la sucrerie; il faut leur laisser environ 5 à 10 centimètres de *pétioles.*

sucre, pourrait, malgré les précautions prises, provoquer la pourriture pendant un long ensilage; en outre on éliminera de cette façon les racines qui auraient une tendance à perdre trop de sucre pendant le repos hivernal au silo.

Cet ensilage des racines choisies pour être soumises, au printemps, à l'analyse chimique, doit être particulièrement soigné : il faut faire attention à ne pas blesser les betteraves lors des diverses manipulations de la mise en silo et à ne pas ensiler par temps de gelée ou de pluie; la tranchée ne doit pas dépasser une profondeur de 25 centimètres, ni le tas une hauteur médiane de 1 mètre; une hauteur ne dépassant pas 50 à 70 centimètres est même celle qui devrait être choisie de préférence; longueur à volonté; largeur, 5 mètres en moyenne.

On comprend que le but principal de cette réduction de hauteur est d'empêcher des élévations trop grandes de température à l'intérieur de la masse. Il est bon aussi d'éparpiller de la terre sèche entre les racines. Quant aux parois, en terre, du silo, elles auront, avant les gelées, une épaisseur de 20 centimètres et on laissera ouverte, le long du faîte, une tranchée de 15 centimètres de largeur ainsi que des ouvertures latérales d'aérage tous les 2-3 mètres; on tiendra cependant toujours prête, de la paille pour fermer la tranchée et les ouvertures latérales en cas de menace de gelée; plus tard, on bouche le tout avec de la terre puis, au fur et à mesure que la saison s'avance, on augmente l'épaisseur des parois.

S'il s'agissait de ne conserver que quelques centaines de betteraves, on pourrait avantageusement les ensiler dans une tranchée de 30 à 40 centimètres de profondeur, en les rangeant debout, un peu obliquement, les unes appuyées aux autres, avec interposition d'un peu de terre sèche.

C. — *Sélection chimique d'après la teneur en sucre.* — Au printemps donc, on procède à l'analyse des betteraves ensilées. Voici, brièvement esquissée, la technique de cette analyse : Le prélèvement de l'échantillon de pulpe se fait actuellement presque partout au moyen d'un foret perfectionné qui, tournant à une très grande vitesse, traverse la betterave de part en part suivant une ligne oblique à son axe, vers le tiers supérieur de la racine, à laquelle il enlève ainsi un cylindre de tissu, dont la teneur en sucre représentera avec une exactitude suffisante, la teneur moyenne de la betterave; ce tissu, de par la rapidité de rotation du foret et sa forme spéciale, est réduit en une pulpe tellement fine qu'elle permet l'application de la méthode si rapide d'analyse par digestion à froid, dans une solution aqueuse de sous-acétate de plomb; dans le jus finement filtré de cette digestion, on détermine le p. c. de sucre au moyen du polarimètre.

Au fur et à mesure que les teneurs sont établies, on les inscrit respectivement à côté des poids dans le carnet dont il a été question plus haut.

Les facteurs essentiels qui dirigeront simultanément le choix des plantes-mères seront donc *la teneur en sucre* et *le poids de la racine.*

Mais ces caractères ne suffisent pas : la sélection d'après le poids et la richesse n'aura de valeur, au point de vue pratique de la transmission héréditaire, que pour autant que ces caractères seront corroborés par la détermi-

nation *de la matière sèche et de la teneur en eau,* par le calcul de la teneur en sucre sur 100 parties de matière sèche et enfin par la fixation de ce que Plahn (1) appelle « la valeur structurale » de la racine, c'est-à-dire le rapport : $\frac{\text{Matière sèche}}{\text{Eau.}} = 1.$

Voici donc les données sur lesquelles doit porter l'analyse du matériel betteravier de sélection :

Poids de la racine — Degré en sucre — Matière sèche — Eau — Non sucre — Sucre et non sucre sur 100 parties de matière sèche — Poids de la matière sèche et de l'eau dans le poids total de la matière sèche — Rapport : $\frac{\text{Matière sèche}}{\text{Eau}}$ ou valeur structurale.

Appréciation des racines soumises à analyse d'après les trois données suivantes : matière sèche, sucre dans 100 parties de matière sèche, valeur structurale — Répartition, d'après ces données de tout le matériel d'analyse en 4 catégories :

A) Elites possédant une structure (rapport de matière sèche sur eau) correspondant à leur teneur en sucre (sucre dans 100 parties de matière sèche).

A*a*. Variantes au-dessus de la moyenne.

A*b*. Variantes en-dessous de la moyenne.

B) Elites qui, malgré une structure assez lâche, accusent une richesse relativement bonne en sucre.

C) Elites qui, malgré une structure serrée, accusent une teneur en sucre peu élevée.

De ces 4 catégories, les séries A*a* et B seules seront passées à la multiplication, A*a* sans condition, B conditionnellement.

Seeliger (1) propose, comme caractère sélectif complémentaire au degré de polarisation, *la densité des racines en anneaux concentriques,* c'est-à-dire le rapport : $\frac{\text{Nombre d'anneaux.}}{1/2 \text{ diamètre de la racine.}}$

La détermination de ce rapport, dit-il, est facile et rapide; en outre, seul caractère anatomique utilisable dans la pratique, ce rapport pourra servir à étudier la plus ou moins grande pureté des descendances ainsi que les rapports entre la matière sèche et la teneur en eau.

---

(1) Plahn, H. — *Die histologische Beschaffenheit des Wurzelkorpers der Beta-rüben im Sinne züchterisches Auslese.* (La structure histologique de la racine de betterave au point de vue de la sélection) Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, VIII, p. 195-205, 1921. Parey, Berlin.

(1) Seeliger, R. — *Ueber die Ringdichte als Auslesemerkmal bei der Zuckerrübe.* — (La densité des anneaux, comme caractère sélectif chez la betterave à sucre). — (Mitt. biolog. Reichsanstalt., fasc. 18, p. 64-68, 1921, Berlin).

3. Choix des plantes-mères.

Il s'agit maintenant de choisir, dans le matériel analysé, les premiers reproducteurs.

Le sélectionneur doit avoir continuellement devant les yeux son *but sélectif* qui, malgré tout, est encore actuellement le suivant : *le plus haut rendement possible de sucre à l'hectare,* c'est-à-dire théoriquement la combinaison dans la même racine de la plus haute teneur en sucre et du plus haut poids, deux propriétés, à la réunion desquelles la théorie des corrélations semble imposer une certaine limite, mais qui néanmoins ne doivent aucunement être perdues de vue.

S'il est vrai que les fécondations croisées répétées, auxquelles les parents et les grands-parents des individus ayant fourni la graine ont peut-être dû leur origine, ainsi que la grande susceptibilité de la betterave vis-à-vis de la variabilité provoquée par les influences du climat, l'allure du temps, le sol, etc., viennent souvent contrecarrer et embrouiller à plaisir les espoirs qu'on comptait pouvoir fonder sur l'analyse, il n'en est pas moins vrai que ce ne sera que par la sélection individuelle, généalogique, basée sur les données d'une double analyse physique et chimique soigneuse, sélection individuelle tempérée, comme nous le verrons plus loin, par l'introduction, en temps voulu, de sang provenant d'autres lignées, et complétée par une observation patiente, perspicace, des descendances pendant plusieurs années, que le sélectionneur réussira à maintenir des produits de premier ordre.

Le choix des premiers producteurs se fera de la manière suivante : Avant tout, on éliminera *toutes* les betteraves dont la *teneur en sucre* n'atteint pas une certaine valeur, laquelle devra être établie chaque année d'après les données fournies par les sucreries; cette valeur choisie sera toujours supérieure à la moyenne obtenue dans l'industrie : si celle-ci, par exemple, est de 16°8, on choisira 18° et même 18°5. Supposons que nous ayons soumis à l'analyse chimique 1,000 betteraves; cette première sélection, d'après la teneur, en éliminera environ 1/4; les 750 racines à bonne teneur sucrière seront soumises à une seconde sélection d'après *le poids* : comme valeur de comparaison, on prendra ici encore un chiffre proportionnel à la moyenne annuelle du rendement en poids par hectare, chiffre qui sera de même un peu supérieur à cette moyenne.

Parmi les racines à haute teneur et à poids élevé, il est à conseiller, d'après la méthode Plahn, d'isoler celles qui allient à ces deux qualités une bonne « valeur structurale ». En un mot, on donne à chacune des racines dont l'ensemble constitue le matériel d'analyse, un triple numéro d'ordre d'après la proportion de matière sèche, le rapport du sucre à la matière sèche et le poids; on élimine tout d'abord celles qui accusent simultanément un poids trop petit et un rapport trop faible de sucre sur 100 parties de matière sèche et ensuite les racines chez lesquelles un rapport « matière sèche sur eau » trop petit indique la présence d'un tissu trop aqueux.

Ces sélections successives d'après l'aspect extérieur, le poids, la proportion de sucre dans la matière sèche et la teneur en matière sèche auront réduit

le nombre initial de betteraves à un strict minimum répondant parfaitement à toutes les exigences : cet ensemble constituera les *plantes-mères de départ,* qui vont fournir au sélectionneur sa semence d'élite.

Ces betteraves de tout premier ordre devront de nouveau être ensilées durant une période plus ou moins longue, jusqu'à l'époque de leur plantation pour l'obtention de graines; à cause de la blessure subie pour l'extraction de l'échantillon à analyser, on doit maintenant prendre certaines précautions spéciales pour que cette blessure ne devienne pas le centre d'une pourriture rapide des tissus; à cette fin, on ferme au moyen d'un tampon d'argile humide l'ouverture de sortie du forêt, après quoi on remplit tout le vide intérieur au moyen de charbon de bois très finement pulvérisé et bien sec et on ferme de même l'orifice d'entrée.

Cet ensilage se fera de préférence dans une cave sèche, normalement éclairée; on dressera les betteraves l'une contre l'autre, dans un lit de charbon de bois (à préférer de beaucoup au sable qui prend plus vite l'humidité); en cas de gelée, on fermera les soupiraux; par temps pas trop froid, on laissera ceux-ci, au contraire, largement ouverts; les nouvelles pousses ne s'étioleront point, mais elles se raffermiront et verdiront.

2° Production des premières graines d'élite.

A) **Plantation des porte-graines.** — Dès que tout danger de fortes gelées nocturne est écarté, on procédera à la plantation des betteraves d'élite afin d'en obtenir des *graines.* L'ordre dans lequel seront plantées ces élites dépend de la méthode que nous choisirons pour la production des graines; c'est donc ici qu'il faudra placer, avant tout, la discussion des moyens à employer pour surmonter le mieux possible les difficultés que nous avons déjà laissé entrevoir.

Ces difficultés proviennent surtout du fait que la betterave est une plante naturellement allogame, c'est-à-dire à fécondation croisée; nous avons vu que si nous voulons obtenir un résultat certain dans l'amélioration, nous devons constituer des lignées pures; or, pour y arriver, une seule voie nous est ouverte : isoler complètement chaque individu contre tout apport de pollen venant d'autres pieds, le forcer ainsi à s'autoféconder, semer séparément les graines récoltées sur chaque touffe, écarter toute racine qui, par l'aspect extérieur, par la teneur, par le poids, ne répond pas à notre but sélectif, choisir derechef les meilleures comme porte-graines, et continuer ainsi durant quelques générations.

Le fait que la betterave est une plante bisannuelle vient compliquer à son tour l'amélioration. Mais la principale difficulté réside en ceci : si on oblige à autofécondation une plante qui, spontanément, est allogame, non seulement elle forme très peu de graines, mais encore ces graines sont souvent mal conformées et possèdent un pouvoir germinatif peu élevé; de plus, plusieurs expérimentateurs, et non des moindres, ont dit que les quelques graines provenant de ces betteraves autofécondées produisent un très grand mélange de betteraves les plus diverses : des fourragères rouges et jaunes, des demi-sucrières à collet vert et à collet rose, des sucrières proprement dites, etc.;

enfin, la culture répétée pendant quelques années de toutes ces plantes-sœurs, provenant d'une seule et même plante-mère (culture incestueuse) produirait une dégénérescence assez rapide.

Malgré ces difficultés, j'estimais dans une série d'articles parus en 1920 dans un journal agricole (1) que la création de lignées pures de betteraves à sucre s'imposait et que, malgré les mécomptes de quelques expérimentateurs, cette création devait être possible si on utilisait des tissus isolateurs parfaits.

Bartos (1897), Sessous (1909), Andrlik, Bartos et Urban (1908-1909), les mêmes, avec Froehlich et Tritschler (1913), Gaillot (1919 (2), ayant sous des tentes-isoloirs recouvertes de gaze, soumis à autofécondation des plantes-mères « têtes de famille », constatèrent que les générations provenant de cette autofécondation étaient formées par un mélange très hétérogène où dominaient les fourragères rouges et jaunes, l'autofécondation ayant « fait jouer l'atavisme ». J'étais d'avis que cette hétérogénéité n'était due qu'au défaut de technique que constituait l'isolement sous gaze, tissu dont les larges mailles donnaient libre entrée aux grains de pollen provenant éventuellement de pieds voisins de betteraves fourragères ou de betteraves-salades, voisinage pouvant rester dangereux à des centaines de mètres de distance.

Roemer (1917), Kajanus (1918), Fruwirth (1919) avaient d'ailleurs déjà montré la possibilité de la pénétration de pollen indésirable à travers les mailles de la gaze ou même d'un tissu plus serré encore; Roemer le premier ayant utilisé, dans ses essais, des isoloirs à parois en papier huilé, avait obtenu des lignées très homogènes.

En 1920, lors d'un voyage à Svalof, le Directeur M. Hjalmar Nilsson qui s'y occupe de l'amélioration de la betterave à sucre, me montra diverses lignées pures de betteraves obtenues par autofécondation de plantes-mères; depuis il a publié les résultats de ses recherches dans la revue de la Station (3).

Le professeur Munerati, directeur de la Station expérimentale pour la culture de la Betterave sucrière, à Rovigo (Lombardie), verbalement et par écrit, m'affirmait avoir fondé la sélection sur le même principe des lignées pures : depuis lors, il a magistralement exposé sa méthode dans son grand travail d'ensemble sur les essais faits à la station italienne (4).

Enfin, dans son beau travail sur l'hérédité chez la betterave cultivée J. Levêque de Vilmorin (5), exposant la technique du perfectionnement de la betterave à sucre, telle qu'elle est pratiquée à Verrières, montre que celle-ci

---

(1) V. Lathouwers, — *L'Amélioration de la Betterave à sucre.* — Journal de la Soc. nat. des Agriculteurs de Belgique, 1920, pp. 77-78, 104-105, 121-122, 135-137, 145-147.

(2) Gaillot, M. — *Sur l'amélioration de la betterave sucrière en France.* (C. R. Acad. Agric. de France, 1919, p. 986-995).

(3) Nilsson, N. Hj. — *Praktisk betforadling enligt nya linier pa Svalof.* — (Amélioration pratique de la betterave à Svalof, par de nouvelles méthodes). — Sveriges Utsadesforenings Tidskrift, XXXII, 1922, p. 221-251 et XXXIII, 1923, p .75-92, avec rés. en all., Svalof.

(4) Munerati, O. — *Osservazioni e ricerche sulla barbabietola da zucchero,* parte prima, 150 p., 12 pls. fgs. (R. Acad. d. Lincei, S. 5, V. XIII, fasc. V. 1920, Roma).

(5) J. Levêque de Vilmorin. — *L'Hérédité chez la Betterave cultivée,* II + 153 p., 106 fig., 7 pl. — Paris, Gauthier-Villars, 1923.

est basée sur l'isolement de lignées pures à l'intérieur de populations betteravières.

Aussi, on peut estimer que la cause est jugée et que la méthode scientifique d'amélioration que je vais exposer est la seule qui conduise rapidement à des perfectionnements durables.

Il y a un fait néanmoins qu'on ne peut perdre de vue : chez les plantes à fécondation croisée spontanée, comme la betterave, la plante porte-graines initiale, même isolée, a beaucoup de chance de ne pas être *pure* au point de vue héréditaire, puisqu'elle est, dans la plus grande majorité des cas, le résultat d'une fécondation croisée à l'air libre, qui, il est vrai, se sera faite, avec beaucoup de probabilité, entre plantes de même type, mais à teneurs et poids différents. Il faudra, par conséquent, suivre de très près les descendances des porte-graines d'élite et ne choisir parmi elles, pour continuer l'amélioration, que des individus répondant, lors des analyses, à toutes les exigences, les plus-variantes, comme on dit en Génétique.

Reprenons maintenant nos betteraves élites ensilées pour la plantation des premiers porte-graines. Nous commencerons par constituer certains groupements, afin de faciliter plus tard, lors de la floraison, les isolations nécessaires; à cette fin, partageons nos betteraves en trois groupes : une première série comprendra les quelques racines qui se distinguent de toutes les autres, à la fois par leur poids élevé, leur teneur remarquable en sucre et leur excellente valeur structurale; une deuxième catégorie réunira toutes celles qui ont un poids *ou* une teneur encore élevés *ou* une bonne valeur structurale; enfin, toutes les betteraves qui, sans être des « super-élites », dépassent néanmoins la moyenne de poids, de teneur et de valeur structurale, formeront le troisième et dernier groupe.

Un exemple, basé seulement sur le poids et la teneur en sucre, fera mieux saisir cette sériation. Supposons que nous ayons à notre disposition le matériel suivant :

	N° d'ordre des racines	Poids	Teneur
I.	1	1.100	22°3
	2	0.950	21°8
	3	1.300	21°6
II.	4	0.600	20°3
	5	0.580	20°1
	6	0.625	20°1
	7	0.685	19°8
	8	0.725	19°8
	9	0.650	19°6
	10	0.635	19°4
	11	0.547	19°4
	12	0.530	19°3
	13	0.525	18°9
	14	0.536	18°9
	15	0.625	18°8
	16	0.584	18°6
	17	0.575	18°6

N° d'ordre des racines		Poids	Teneur
III.	18	0.637	18°5
	19	0.643	18°4
	20	0.612	18°4
	21	0.625	18°4
	22	0.630	18°3
	23	0.735	18°3
	24	0.850	18°2
	25	0.735	18°2
	26	0.850	17°9
	27	0.900	17°9
	28	0.795	17°8
	29	0.950	17°8
	30	1.000	17°8

Une première série (*super-élites a*) sera constituée par les numéros 1, 2 et 3, qui sont des racines hors pair, *et* par leur poids élevé *et* par leur haute teneur en sucre. Chacune de ces trois betteraves sera, à l'approche de la floraison, isolée individuellement contre toute fécondation croisée. Une deuxième série (*bonnes élites b*) sera formée par les numéros 4 à 17 inclus; à la floraison, on les isolera par groupements de quelques individus (4-5-6; 7-8-9-10; 11 à 17). Ces ensembles de trois, quatre et sept racines seront respectivement réunis sous un isoloir commun, de façon à assurer ainsi une bonne fécondation entre individus à peu près équivalents, tout en les protégeant le mieux possible contre toute influence de pollen étranger; enfin, les betteraves de la troisième série (*élites c*), comprenant les numéros 18 à 30, seront plantées côte à côte, fleuriront et se féconderont, sans isolation, librement, entre elles.

Il est naturellement entendu que, pour cette dernière catégorie, on appliquera l'isolation par *distance*, c'est-à-dire qu'on choisira, pour y planter les porte-graines, des parcelles au moins distantes de 500 m. de tout porte-graines étranger à notre amélioration.

La plantation des porte-graines d'élites se fera le plus tôt possible dès que tout danger de gelées importantes sera écarté; on fera bien d'éviter de trop grandes quantités de nitrate, qui pourraient provoquer une maturité trop tardive; la distance sera de 60 × 60 cm., 60 × 70 cm., et au maximum de 70 × 70 cm.; on pourrait la diminuer un peu pour les betteraves qui devront être groupées en vue de l'isolation lors de la floraison; on pourrait, au contraire, l'augmenter quelque peu pour celles qui seront isolées individuellement; on aura soin de bien tasser la terre autour des racines.

Une méthode à préconiser est le partage de chaque racine en deux moitiés, en la coupant de façon à ce que chaque partie conserve un sillon latéral à radicelles : cette manière de procéder augmente considérablement le rendement en graines (1); en même temps, la fécondation est mieux assurée et

(1) C'est ainsi que nous avons obtenu, en 1916, à la Station de Gembloux, les rendements moyens suivants de graines :

Racines coupées en deux moitiés: 224 grammes.

Racines restées entières : 130 grammes.

Cette augmentation de rendement est d'ailleurs reconnue, depuis très longtemps par tous les sélectionneurs, entre autres ceux de Bohême et d'Allemagne.

les effets nuisibles de l'autofécondation forcée sont éventuellement atténués. Il est évident que pour les super-élites, qui sont à isoler individuellement, les deux moitiés seront réunies sous le même isoloir; il en est de même pour les groupements.

b) **Les soins d'entretien.** — Ceux-ci consistent essentiellement en de *fréquents binages* et en un *tuteurage* contre le vent quand le nombre des porte-graines n'est pas excessif, ce qui est le plus souvent le cas quand on commence une amélioration; au début de l'été, vers la mi-juin, on examine les plantes quant aux attaques éventuelles par les *maladies,* on enlève, avec la racine, tout individu malade et on le brûle; contre les invasions si nuisibles du *puceron,* on fait, à temps, une pulvérisation d'extrait de tabac de 2 à 5 p. c., ou, mieux encore, d'une eau savonneuse à 5 p. c. nicotinisée à 3 p. c. au moyen d'un extrait concentré de tabac.

A l'approche de la floraison, on *pince* les extrémités des rameaux florifères de façon à provoquer la formation de gros glomérules (1); c'est d'ailleurs surtout par les extrémités que débutent les attaques des pucerons.

c) **Isolation contre la fécondation croisée.** — Après le pincement, avant l'épanouissement des fleurs, on isole les individus et les groupements. Cette isolation se fait, non pas au moyen de gaze, dont les mailles laissent passer facilement les grains de pollen, mais on emploie un tissu à mailles très étroites (qu'on pourrait obturer davantage au moyen d'un enduit quelconque) ou mieux encore du papier parcheminé ou huilé.

On construit des petites cages formées d'un squelette en bois, dont le toit est constitué par de la toile à très fines mailles et les parois par des bandes de papier huilé; il est à conseiller de ne pas utiliser des clous mais de serrer plutôt les bandes entre des cadres, les bords étant repliés vers l'intérieur. L'isoloir est muni inférieurement de solides allonges en bois dur et pointues qui le fixent profondément en terre; au ras du sol, on butte légèrement la terre contre la tente, afin d'empêcher toute pénétration de pollen.

On ménage souvent dans une des parois un panneau mobile qui permet l'agitation, à la main ou au moyen d'un bâton, des individus au moment de la floraison, afin de faciliter la fécondation par vicinisme; il va de soi qu'il faut prendre, lors de cette opération, toutes les précautions nécessaires afin d'éviter toute introduction de pollen étranger.

J. Levêque de Vilmorin expose en détails, dans le livre cité plus haut, la méthode d'isolation employée à Verrières : on y hâte la mise en végétation des « premiers choix » sous des châssis, ceci afin d'obtenir très tôt des graines, avant les grandes chaleurs, l'isoloir maintenant les plantes dans une atmosphère chaude et humide, en air confiné. Les racines sont mises en terre dès le mois de mars et on les abrite, le cas échéant, contre les froids. On trouvera, dans la publication citée, tous les détails de construction de ces isoloirs : ceux-ci

(1) On nomme « glomérules » ce qu'on appelle vulgairement, à tort, la « graine » de la betterave; chaque glomérule contient de une à cinq graines, pouvant donc donner à la germination de une à cinq plantules.

sont en toile à mailles très serrées, tendue autour de cercles en bois et serrée, au-dessus, à un tuteur vertical, et, au-dessous, au bord recourbé d'un cercle en tôle galvanisée entourant la racine et à demi-enterré.

On a cru longtemps — et c'est encore l'avis de certains — que des plantes tellement allogames que le sont les betteraves ne forment que peu ou pas de graines et seulement des graines à embryon mal venu. Les innombrables cultures de porte-graines individuels sous isoloirs effectuées par Hj. Nilsson, Munerati et de Vilmorin montrent, au contraire, que, sous ce rapport, il y a de multiples exceptions individuelles, tellement qu'on trouve des lignées pour ainsi dire autofertiles, d'autres montrant, au contraire, une autostérilité assez prononcée.

d) **Récolte des premières graines d'élite.** — Cette récolte se fait avant la complète maturité; la période de maturation est, en effet, trop longue pour toute une touffe et si on attend trop longtemps, les meilleures semences se perdront et seront la proie des oiseaux. Comme il ne s'agit encore que d'une quantité assez restreinte de plantes, cette récolte qui se fera à la faucille, pourra se faire avec tout le soin désirable; on évitera l'égrenage, le mélange des touffes ou des groupements; on assurera une bonne circulation d'air autour des touffes qui sèchent. Le prélèvement des graines de cette première récolte, se fera à la main pour les plantes isolées individuellement et pour les groupements ou au moyen d'un égreneur; pour les plantes qui ont fleuri librement, il se fera au fléau ou au moyen d'une petite batteuse. On triera les graines au tamis de 3 millimètres.

Première génération végétative.

Le semis de graines d'élites se fera, l'année après, de la manière suivante : celles qui proviennent de chaque porte-graines isolé individuellement seront semées sur des parcelles séparées, une parcelle par porte-graines; de même la récolte de chaque groupement servira à ensemencer respectivement une parcelle ; enfin, les graines provenant de la troisième série, qui a fleuri librement, pourront être mélangées et semées sur une parcelle unique. En un mot, nous aurons ainsi réuni quelques améliorations *généalogiques* individuelles, ou par isolement de lignées, une amélioration *massale* (mélange de graines provenant d'individus non isolés, mais néanmoins très semblables par leur teneur en sucre et le poids) et quelques améliorations *intermédiaires* (groupements d'individus équivalents, isolés ensemble).

La fumure, qui ne devra pas être exagérée, les labours, le semis, le démariage, les soins d'entretien, se feront d'après les procédés locaux de la bonne culture, naturellement avec le plus de soin possible. On éliminera les lignées ou les individus montant en graines dès la première année ainsi que toute racine malade.

La récolte se fera parcelle par parcelle et on évitera soigneusement tout mélange de racines, de descendances ou de groupements différents, puis on procédera aux analyses. D'après les résultats de celles-ci et d'après les obser-

vations végétatives faites, on pourra juger du degré de *pureté héréditaire* des diverses lignées.

Afin d'avoir un nouveau matériel disponible pour continuer la sélection, on choisira, d'après les principes établis plus haut (aspect, teneur, valeur structurale, poids), dans chaque série, de nouvelles *super-élites* à isoler individuellement ou à grouper et de nouvelles *élites* qu'on laissera à nouveau fleurir sans isolation. *Le restant* des racines sera planté en vue d'obtenir une deuxième génération à graines.

Ce sera aussi le moment de préparer *de nouveaux points de départ,* en faisant un choix judicieux de racines dans les bonnes récoltes de la région ou en exécutant soi-même de nouveaux semis de bonnes graines commerciales.

Deuxième génération a graines.

Cette deuxième génération de graines peut être considérée comme une *première multiplication* de nos semences d'élite. Il ne s'agit plus ici d'appliquer aux descendances des deux premières séries la méthode d'isolation par « isoloir » : il faudra envisager une autre méthode d'isolation, celle par *distance.*

Les parcelles des descendances individuelles et des groupements, ainsi que celle qui constitue la troisième série, devront être séparées les unes des autres par des distances d'au moins quelques centaines de mètres; dans ces conditions, il n'y a aucun inconvénient essentiel à laisser fleurir librement les porte-graines des deux premières séries : en effet, ils proviennent d'une première génération obtenue sous isolement complet, soit individuel, soit par groupement, et, dans la suite, toute racine colorée ou à caractères aberrants a été immédiatement éliminée : l'ensemble n'est donc plus constitué que par des betteraves équivalentes représentant bien le type de départ.

Deuxième génération végétative.

Préparation des « planchons ».

Cette deuxième génération végétative peut, en ce qui concerne les deux premières séries, se faire comme la première, parce que nous ne disposons pas encore, pour ces séries, d'un trop grand matériel de multiplication. Il n'en est plus de même de la troisième catégorie : pour celle-ci, en vue d'obtenir dès l'année suivante, la plus grande quantité possible de graines à jeter sur le marché, on adoptera une méthode plus rapide de multiplication. A cette fin, voici comment on procède : on sème en lignes espacées de 22 à 25 cm. (environ 30-40 kg. de graine à l'Ha.) ; on donne, dès la levée, un rapide binage, puis, au lieu d'effectuer le démariage à distance normale, on laisse par mètre courant de 5 à 7 betteraves, parfois même 10. La récolte se fait à complète maturité; il va sans dire que les racines n'auront pas acquis la même grosseur que si on les avait démariées à la distance ordinaire; les plus grandes peuvent avoir la grosseur du poignet, la plupart seront un peu plus épaisses qu'un doigt.

Dans le Nord de la France, l'arrachage se fait mécaniquement au moyen

d'une charrue, qui effleure la ligne de betteraves, en enlevant une raie de 20 à 22 centimètres; les racines sont ainsi soulevées et facilement enlevées par une équipe d'enfants ou de femmes. Les betteraves sont directement mises en silos, avec leurs feuilles; ceux-ci sont faits au niveau du sol sur toute la longueur du champ dans le sens des lignes (1 m. 50 de largeur à la base, 0.80 m. au sommet, 0.80 à 1 m. de hauteur).

Très tôt, au printemps, on soumettra les betteraves à un triage rapide quoique soigneux; je dis très tôt au printemps : en effet, il s'agit d'examiner une à une un nombre énorme de racines, un hectare produisant environ 280.000 planchons; on éliminera les racines trop petites et trop minces (il s'est fait sur le terrain une espèce de sélection naturelle, les betteraves à plus grande énergie végétative l'ayant emporté sur leurs voisines plus chétives). On rejettera de même les racines déformées et les malades. Au fur et à mesure que le travail avance, on remet en silo les racines choisies.

Troisième génération a graines.

Graines commerciales.

On plantera le plus vite possible, dès la fin mars éventuellement, en recouvrant le collet d'un peu de terre; les distances les plus usitées sont de 50 × 60, 55 × 55, 50 × 55 et même 50 × 50. L'expérience locale et la nature du terrain détermineront cet espacement. La plantation se fera au moyen du plantoir ou, comme en France, au moyen d'un coup de bêche qui ouvre le sol; un aide introduit la betterave, dont il aura au préalable amputé l'extrémité dans le cas où la racine était trop longue; on aura grand soin de bien tasser la terre tout autour. On fera de multiples binages; on récoltera à la faucille, on soignera bien la dessiccation à l'air libre, en petites bottes, pui on rentrera à la ferme sur bâche (pour ne pas perdre de graines), enfin on battra à la machine.

La graine commerciale, après battage, doit presque toujours être soumise à dessiccation, surtout dans nos climats humides, vu qu'elle ne peut contenir plus de 14-15 p. c. d'humidité; d'ailleurs, sa conservation, dans un état insuffisant de siccité, serait impossible à cause du développement de moisissures et de l'élévation de la température, qui peut diminuer considérablement le pouvoir germinatif. Cette dessiccation se fait dans des appareils *ad hoc*, dans lesquels les graines sont soumises à un fort courant d'air chaud (température modérée.)

On livrera donc au commerce la récolte des graines de planchons (notre troisième série de la première génération à graines); nous continuerons l'amélioration, d'après le schéma esquissé dans ces notes, avec les descendances de la première et de la deuxième série, avec celles des nouvelles élites des trois séries, choisies annuellement ou par intervalles, enfin, éventuellement, avec de nouvelles plantes-mères provenant de semis de bonnes graines achetées à des maisons sérieuses ou choisies dans des champs de betteraves chez de bons cultivateurs.

Voici un tableau schématique résumant la marche de l'amélioration telle que nous la préconisons :

AUTOMNE 1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931
Choix de racines plantes-mères d'élites, groupées en 3 séries. — Super élites *a*.	Porte-graines (sélection individuelle). Chaque individu isolé sous un isoloir.	Racines (1 parcelle par élite).	Porte-graines (isolation par distance).	Racines	Graines	*Planchons*	*Graines comm.*
Bonnes élites *b*.	Porte-graines (sélection par groupement). Chaque groupement isolé sous un isoloir commun.	Racines (1 parcelle par groupement).	Id.	Racines	Graines	*Planchons*	*Graines comm.*
Elites *c*.	Porte-graines (croisement libre entre eux) Isolément par distance contre toute fécondat[n] au moyen de pollen provenant d'autrs betteraves	Racines (1 parcelle pour toutes les élites ensemble).	Id.	*Planchons*	*Graines commerciales*		
		A la récolte :					
		Choix, dans les séries de parcelles ci-dessus, de nouvelles plantes-mères d'élites, à grouper en 3 séries, a, b, c. En même temps choix de nouvelles racines plantes-mères dans diverses cultures ou issues de graines commerciales.	Porte-graines (sélections individuelles, sélections par groupement, croisements libres).	Racines (1 parc. par élite).	Porte-grai. (isolés par distance).	Racines	Graines
				Racines (1 parc. par groupemt).	Id.	Racines	Graines
				Racines (1 parc. pour toutes les élites).	Id.	*Planchons*	*Graines comm.*
			Choix de nouvelles racines plantes-mères dans diverses cultures ou issues de graines commerciales, à grouper en 3 séries.	Porte-grai.: Sup.-élit. *a*.	Racines	Porte-graines	Racines
				Bon. élit. *b*.	Id.	Id.	Id.
				Elites *c*.	d.	Id.	*Planchons*
				Choix dans les séries de parcelles ci-dessus, de nouvelles pla.-mères d'élite à grouper en 3 séries	Porte-grai.: Sup.-élit. *a*. Bon. élit. *b*. Elites *c*.	etc.	

Observation. — 1° Le choix de nouvelles plantes-mères se fera annuellement ou à périodes fixes, d'après les disponibilités en terrain;

2° Il est loisible de choisir de nouvelles plantes-mères n'importe dans quelle génération végétative : ce choix ne doit pas être limité à la première génération, il peut se faire dans les générations ultérieures — surtout quand on a un matériel de premier ordre — dans les descendances des élites *a* et *b* par exemple;

3° Il nous semble que la méthode d'amélioration qui vient d'être décrite tient compte de toutes les difficultés et de tous les desiderata : obtention rapide d'une première quantité de graines commerciales de très bonne qualité, procurant au sélectionneur un appoint financier appréciable; obtention de descendances de tout premier ordre par isolement individuel et par groupements isolés avec élimination, éventuellement, de betteraves « dégénérées »; continuation de l'amélioration assurée par choix répétés de nouvelles plantes-mères, dans les diverses descendances, après n'importe quelle génération végétative;

4° *Dégénérescence.* — L'introduction d'une génération de planchons réduit le temps nécessaire à la multiplication des graines à trois générations végétatives; le danger de dégénérescence par culture prolongée de descendances de plantes-sœurs est ainsi considérablement atténué; si, cependant, un tel phénomène devait se manifester, on le combattrait par infusion, en temps voulu, d'un sang nouveau dans la descendance en péril. Voici comment on procéderait à cette fin : On planterait côte à côte, et même mieux encore en mélange, des porte-graines d'élite provenant de plantes-mères différentes; on provoquerait ainsi des croisements entre descendances de tout premier ordre, mais non de même origine.

Voici une méthode de régénérescence du sang suivie à l'étranger : Tous les cinq ou six ans environ on plante, parmi les porte-graines d'une parcelle, des racines plantes-mères provenant d'une autre descendance, sélectionnées d'après les mêmes méthodes; on intercale ces racines toutes les trois lignes, à 5-6 mètres environ, en quinconce.

* * *

Depuis quelques années on a essayé diverses méthodes tendant à multiplier le plus rapidement possible la quantité de graines, surtout quand il s'agit de betteraves super-élites. Tout progrès sérieux fait dans cette voie mérite qu'on s'y arrête : il est, en effet, très important de pouvoir augmenter, le plus possible, dès les premières générations, la quotité de graines disponibles afin de pouvoir intercaler très rapidement la génération de planchons : d'où diminution des frais d'exploitation par une vente plus rapide de graines commerciales et diminution du danger de dégénérescence.

Nous avons déjà parlé de la bipartition des premières racines-mères d'élite qui ne se fait que lors de la première génération à graines.

Les autres méthodes qui ont été préconisées dans le but de multiplier rapidement la semence, sont au nombre de trois.

1° *La multiplication végétative par bouture.* — Elle permet d'obtenir d'une seule plante-mère bien plus de porte-graines que par bipartition. Voici en quoi consiste cette méthode : A la fin de l'hiver on enlève, au moyen d'une lame de canif, les *œilletons* qui, durant l'ensilage hivernal se sont développés à l'aisselle des pétioles foliaires du collet. Ces prélevements sont faits avec un « talon », c'est-à-dire en enlevant en même temps un petit morceau

de chair de la racine. Ces boutures ainsi détachées sont plantées en serre, dans du terreau ou en couche chaude; là, le tissu du « talon » commence rapidement à proliférer et à former bientôt une petite racine : on pourrait pour activer encore le développement, repiquer ces boutures qui, après reprise complète, sont transplantées dans le jardin d'amélioration. Là elles forment des racines bien conditionnées. On peut, par cette méthode, obtenir de 20 à 150 racines au moyen d'une seule plante-mère.

Dans les blessures provoquées sur la betterave-mère, par le prélèvement des boutures, on met de la poudre de bois très finement pulvérisée, afin de hâter la cicatrisation; après quoi, on peut encore la partager en deux moitiés, et, au moyen des bourgeons qu'on aura eu soin de lui laisser au sommet végétatif, ces moitiés développeront à leur tour, des tiges florifères.

En opérant très tôt en serre, on pourrait obtenir, dès la première année, environ cinq kilos de graines au lieu de 250 gr. Il se pourrait pourtant que ces racines ne donnent pas de graines cette première année : il faudrait alors les ensiler. On perdrait ainsi une année, mais cette perte serait compensée par l'augmentation du poids des graines.

Quelle est la valeur héréditaire d'une telle descendance par bouture ? Elle constitue une « lignée végétative » d'individus de même valeur héréditaire, puisqu'ils doivent leur origine à la même fécondation. *Cependant,* il ne faut voir dans cette méthode qu'*un moyen de multiplication rapide de la quantité de graines* et non pas une occasion de juger plus rapidement de la valeur héréditaire de la lignée; en effet, il se manifeste dans une telle descendance végétative, une très grande variabilité quant au poids et à la teneur en sucre : mais cette variabilité n'est que de la variabilité « fluctuante »; elle n'est due qu'à des causes locales et n'est pas héréditaire.

2° *Le greffage.* — Cette méthode de multiplication consiste à greffer sur des sujets quelconques, à grand développement, des greffons prélevés sur une racine super-élite. Ce greffage doit être fait tôt au printemps après une incision qui aura enlevé, au sommet du sujet, un morceau de tissu en forme de coin : le greffon sera donc lui-même aussi taillé en coin et une ligature tiendra les tissus des deux individus bien en contact permanent. Il faut veiller à ce que tout le collet du sujet soit bien enlevé afin d'empêcher que des bourgeons de ce dernier ne se développent en tiges florifères, ce qui provoquerait un croisement nullement désirable entre les fleurs du greffon de haute qualité sélective et celles du sujet qui, à ce point de vue, est de nulle valeur ou de valeur moindre.

Mais ici on peut soulever une question très importante : l'influence du sujet sur son greffon. Existe-t-il une influence directe, par exemple, en ce sens que les greffes prélevées sur des racines d'un an, greffées sur une racine de deuxième année, développent l'année même du greffage, leurs graines ou une influence indirecte, en ce sens, que les betteraves issues du semis de graines récoltées sur une betterave greffée pourraient fournir une descendance contenant des individus semblables au sujet ou intermédiaires entre le greffon et le sujet ?

La première influence est indéniable et ne peut qu'être favorable; concer-

rant la seconde, les avis sont partagés. Briem et Strube disent qu'après avoir greffé des greffons de betterave sucrière sur des betteraves rouges à salade, plantées très loin de tout autre porte-graines, ils ont obtenu des descendances très hétérogènes, des racines de toutes couleurs et de toutes formes.

Il semble donc qu'il soit désirable de n'utiliser comme sujets, que des betteraves de première qualité. Quoiqu'il en soit, cette méthode n'a pas réalisé dans la pratique sélective, les espoirs qu'on avait fondés sur elle au début.

3° *Utilisation de la pluriannualité de la betterave.* — Le principe sur lequel repose cette méthode de la multiplication de la quantité de semences d'une betterave super-élite, est le suivant :

Il est possible de faire produire à une betterave des graines pendant plusieurs années consécutives. De multiples essais faits de 1893 à 1913, par plusieurs expérimentateurs, ont démontré d'une façon péremptoire les faits suivants :

Après une première récolte de graines, de nouveaux bourgeons adventifs se développent sur le collet, il se reforme dans la racine des quantités suffisantes de matières de réserve (sucre, entre autres) ; cet organe peut donc produire des tissus de régénération; d'ailleurs, après l'hivernage, il existe encore dans les racines du tissu cambial sain ainsi que des tissus méristématiques.

Voici la technique à suivre : Après la récolte des graines, on laisse les betteraves en terre; celles-ci forment de nouvelles feuilles, qui provoquent une nouvelle mise en réserve de sucre dans la racine. Le plus tard possible, en automne, on les enlève prudemment et on les hiverne soigneusement. On opère de même, annuellement, après chaque production de graines. Un très haut pourcentage de racines ainsi traitées produira des graines deux ou trois années de suite; on a vu même quelques rares exemplaires pousser leur productivité en graines jusqu'à la 5e et même la 7e année de végétation.

Outre l'augmentation notable de la quantité de graines que nous donne l'utilisation de cette méthode, elle nous fournit l'occasion de faire annuellement des essais comparatifs de descendances, sans devoir limiter pour cela la multiplication de la semence; elle nous permet ensuite de faire la comparaison entre les descendances de la dernière sélection et celles des sélections des deux années antérieures et, éventuellement, de faire des croisements entre les descendances et leurs plantes-mères.

§. 2. — L'hybridation chez la betterave à sucre.

De par son allogamie très prononcée, sa grande variabilité et le fait que ses principaux caractères sont très fortement sous la dépendance du milieu, la betterave est un sujet d'hybridation extraordinairement difficile. Il n'y a guère que Kajanus qui ait entrepris des études suivies concernant la façon dont se comportent les principaux caractères (forme et couleur, entre autres) en effectuant de multiples croisements entre betteraves sucrières et fourragères. La méthode d'amélioration de cette plante-racine par hybridation n'est pas encore entrée dans la pratique courante.

II. — L'AMELIORATION DE LA BETTERAVE FOURRAGERE

La betterave fourragère et la betterave à sucre sont, comme on le sait, deux races d'une même espèce, *Beta vulgaris*. Il n'est donc nullement étonnant que les méthodes de leur amélioration soient identiques, du moins en ce qui concerne les grandes lignes. Aussi, pour la sélection de cette plante fourragère, je renvoie le lecteur au titre I du présent chapitre.

Cette analogie des méthodes est encore plus profonde depuis que les sélectionneurs français ont préconisé, et cela avec un grand succès, le remplacement de l'ancienne fourragère par la demi-sucrière, à masse aqueuse plus petite, mais à teneur beaucoup plus élevée en matières nutritives.

Auparavant, en France et surtout en Allemagne, la principale directive du choix des plantes-mères et des élites était, pour la betterave fourragère, le *rendement massal*; cette directive avait trouvé son couronnement dans la création de la célèbre « Mammouth », où le rendement en masse betteravière et la teneur en eau atteignaient leur maximum.

Depuis quelques années, principalement en France, et plus récemment aussi en Allemagne, *une teneur élevée en matières nutritives* (hydrates de carbone surtout et aussi azote albuminoïde) est venue s'ajouter, en tant que directive de l'amélioration, au rendement massal. Et cela, avec raison : s'il est vrai, en effet, que l'apport en eau peut avoir sa valeur au point de vue du mécanisme nutritif, il est plus vrai encore que ce qui importe en tout premier lieu, c'est augmenter la valeur alimentaire de la racine fourragère: or, celle-ci lui vient en tout premier lieu de ses hydrates de carbone, c'est-à-dire de sa teneur en sucre. Et c'est pour cela que je disais plus haut que, depuis quelques années, la méthode d'amélioration de la betterave fourragère s'est rapprochée encore davantage de celle de la betterave sucrière puisque, au rendement massal vient s'ajouter, très souvent même en ordre principal, comme directive de l'amélioration, la détermination de la teneur en sucre et en matière sèche. Il ne faut pas cependant que cette directive fasse perdre complètement de vue la masse fourragère aqueuse, qui, comme nous venons de le dire, peut avoir une certaine importance dans le processus de la nutrition.

III. — L'AMELIORATION DE LA POMME DE TERRE.

§. 1. — Directives de l'Amélioration.

Nous n'entendons parler ici que de la Pomme de terre en tant que servant à l'alimentation humaine, et non pas de la pomme de terre fourragère, à laquelle, à défaut de qualité, on demande un haut rendement massal, ni de la pomme de terre industrielle, chez laquelle le seul caractère à envisager est un pourcentage élevé en fécule.

Chez la pomme de terre de table, on recherche surtout le rendement quantitatif et la qualité culinaire.

A) **Le rendement.** — Celui-ci sera naturellement en relation directe avec le nombre de tubercules par touffe et leur poids.

B) **La qualité culinaire.** — Une bonne pomme de terre de table doit être de goût agréable, normalement farineuse, de cuisson régulière et suffisamment rapide, et ne pas « se défaire », c'est-à-dire ne pas tomber en morceaux avant d'être cuite à point.

On a recherché s'il n'y avait pas une relation entre ces qualités de la Pomme de terre et la *teneur en fécule,* d'une part, celle en *substances azotées* d'autre part. Cette relation existe : le contraire serait étonnant. Mais avant de discuter les résultats des essais effectués à ce point de vue, il faut s'entendre au préalable sur la signification des divers facteurs extérieurs déterminant la qualité et l'utilisation de ce tubercule; or, c'est ici que les avis diffèrent d'après les pays et même d'après les régions : de même que l'Anglais préfère la pomme de terre à chair blanche et le Belge celle à chair jaune ou jaune pâle, de même ici on mange le tubercule cuit à l'eau, ailleurs on le préfère en salade, ailleurs encore frit dans la graisse; il est évident que dans le premier cas, on demandera à l'aliment d'être plutôt farineux, on aimera une pomme de terre qui « fleurit », c'est-à-dire qui montre une teneur assez élevée en fécule, alors que dans les deux autres cas on n'attachera pas d'importance à cette circonstance.

Quoiqu'il en soit, il semble, d'après les recherches de Coudon et Bussard, confirmées par celles de Petermann, que le bon comportement à la cuisson dépend d'une certaine teneur en azote vis-à-vis de 100 parties de fécule : les chiffres de Petermann, coïncidant suffisammnt avec ceux des savants français, sont : 8,3 p. c. d'azote sur 100 de fécule pour les sortes se cuisant bien, 7,1 p. c. d'azote pour celles qui se comportent moyennement bien et 6,4 p. c. pour les variétés qui « se défont ».

Teneur en fécule. — Cet hydrate de carbone est surtout localisé dans les environs de l'anneau cambial, cette ligne plus claire qui, à une certaine distance en-dessous d'elle, court parallèlement à la « peau » du tubercule; entre celle-ci et cette ligne circulaire s'étend l'écorce qui, dans sa partie périphérique, est très pauvre en fécule; la zone amylacée s'étend plutôt en profondeur, vers le centre de la pomme de terre, tout en s'appauvrissant au fur et à mesure qu'on s'approche de la moelle, centre aqueux du tubercule, dépourvu de fécule.

Cette teneur est-elle héréditaire ? Quand on compare les teneurs moyennes de deux variétés très différentes à ce point de vue, cette différence semble se maintenir de génération en génération; mais, dans d'autres cas, où ces teneurs se rapprochent davantage, cette transmission héréditaire ne se montre pas si clairement : la plus ou moins grande richesse en fécule est tellement sous la dépendance directe des influences climatériques de l'année et de la composition du sol, qu'il est très difficile de tirer des conclusions. C'est à la suite de cette variabilité qu'on enregistre souvent, d'année en année, des bouleversements inattendus dans les numéros d'ordre dont on avait l'année précédente affecté les variétés.

Diverses méthodes d'analyse au point de vue « teneur en amidon » peuvent être utilisées; les plus exactes, mais aussi les plus lentes, et les moins accessibles au cultivateurs, sont les méthodes chimiques : soit par détermination

directe de la teneur en fécule en combinaison ou par colorimétrie, soit par saccharification de l'amidon par l'acide chlorhydrique et polarisation du sucre ainsi formé.

Dans la pratique de l'amélioration, on utilise plutôt les méthodes physiques, d'après la relation étroite existant entre le pourcentage en fécule et le poids spécifique : soit en plongeant les tubercules dans des solutions salines de densité déterminée (1), soit — et c'est la méthode la plus communément utilisée — au moyen de la balance de Reimann. Cet appareil se compose d'une corbeille en fil de fer suspendue à un fléau de balance et plongeant dans un récipient qu'on remplit d'eau; on pèse un certain poids (5 kg. d'ordinaire) de tubercules, on les met dans le panier immergé, on rétablit l'équilibre et un curseur avec index indique directement, sur une tablette graduée, la teneur; si celle-ci n'est pas inscrite sur l'appareil, on fait usage de tables, entre autres de celles de Koenig.

Le principe de cette méthode est très connu : soit P le poids hors de l'eau et P' celui dans l'eau, le poids P'' de l'eau déplacée sera P — P', et le poids spécifique : $\frac{P}{P''}$ ou $\frac{P - P'}{P}$.

Cette méthode rapide permet, quoique n'étant que d'une approximation plutôt relative, de déterminer les teneurs comparatives entre plusieurs lignées en observation.

Quoi qu'il en soit, les relations entre les qualités culinaires et les teneurs en fécule, d'une part, en matières protéiques, d'autre part, n'étant pas encore établies avec suffisamment de certitude, il est préférable de s'en tenir à des *essais culinaires directs* : ceux-ci nous renseigneront avec certitude sur la régularité de cuisson, sur sa rapidité, sur le délitement éventuel, sur le goût, etc.

c) Outre le rendement et les qualités culinaires, **certains caractères végétatifs** peuvent avoir suffisamment d'importance pour intervenir comme directives d'amélioration : ce sont, la *couleur de la chair* (d'après les exigences du marché), la *situation des yeux,* qui peut être *superficielle* ou *profonde,* ce qui influence plus ou moins l'enlèvement économique de la pelure, le *rassemblement de tous les tubercules* le plus près possible du pied de la touffe, ce qui facilite beaucoup la récolte.

d) Enfin, une des principales directives, toute d'actualité et qui est d'ailleurs en connexion intime avec le rendement, est la **lutte contre les maladies** et principalement contre celles qui, comme l'ont prouvé les recherches déclanchées il y a quelques années par le savant hollandais Quanjer, sont les causes déterminantes *de la dégénérescence* rapide de certaines variétés.

---

(1) Ces solutions sont établies en versant dans de l'eau une solution concentrée de sel de cuisine; on détermine la densité de la solution à l'aréomètre. La température du liquide devra être celle qui est inscrite sur l'instrument. Si la densité changeait au cours des manipulations, on la rétablirait, par addition d'eau ou de la solution saline.

S'il s'agit d'une sélection *massale* on établira une solution unique. Si, au contraire, il s'agit de déterminer la densité *comparative* de plusieurs variétés ou descendances, on constitue une série de solutions de densités diverses, allant en gradation descendante.

M'étendre davantage sur ce sujet, serait sortir du cadre de ce manuel, je le reprendrai d'ailleurs plus loin, en parlant des méthodes d'amélioration; pour plus de détails, concernant les maladies redoutables de l'Enroulement, de la Mosaïque et de la Frisolée, je renvoie le lecteur aux si intéressants travaux de Quanjer (1), de Foëx et V. Ducomet (2), trois savants qui, depuis quelques années, se sont spécialisés, en Hollande et en France, dans l'organisation de la lutte contre ces maladies.

§ 2. — Méthodes et technique de l'amélioration.

1° Méthode massale. — Dans l'exposé des applications des méthodes d'amélioration aux diverses plantes de grande culture, je me suis abstenu — et pour cause — de revenir sur la méthode massale qui a été suffisamment exposée dans ses généralités au début de ce livre. J'ai pensé néanmoins qu'il était nécessaire de faire une exception pour la Pomme de terre.

Quand on considère que le choix des tubercules de plantation se fait encore actuellement, chez l'immense majorité des cultivateurs, vraiment en dépit du bon sens, quand on considère d'autre part, que la sélection de bons semenceaux, sélection relativement facile, permet en une ou deux années de relever considérablement les rendements, même quand il ne s'agit que d'une amélioration massale, que doit-on conclure ? Qu'il faut vraiment que ce cultivateur n'ait pas à cœur son intérêt le plus primordial pour ne pas appliquer à l'amélioration de la Pomme de terre au moins les principes de l'amélioration massale.

Quand on examine à fond une parcelle de pommes de terre constituée par une variété régionale qui n'a pas encore été systématiquement soumise à amélioration, on constate qu'elle représente un mélange excessivement hétérogène de diverses lignées végétatives (1), composé de touffes qui diffèrent par la luxuriance de développement, la forme et la couleur des feuilles, des tiges, des fleurs, des tubercules, l'aspect de ces derniers; si nous considérons le rendement, le seul caractère qui importe au point de vue pratique, nous observons qu'un tel champ se compose de touffes de très bon rendement, de touffes qui laissent plus ou moins à désirer sous ce rapport, enfin de plantes qui sont franchement improductives. Cette hétérogénéité se rencontre même, dans une mesure moindre il est vrai mais cependant appréciable encore, chez les variétés qui ont déjà été soumises à amélioration.

Nous savons que ces qualités et ces défauts, du moment qu'ils ne sont pas

---

(1) Quanjer H. M. — *Guide pour l'inspection aux champs et pour la sélection des pommes de terre.* — 27 p., 4 pl., 1921, Veenman, Wageningen (Hollande).

(2) Ducomet, V. et Foëx Et. — *Les principales maladies de la pomme de terre. Les moyens de les prévenir. La sélection. Conservation des tubercules.* (Lib. de la Maison Rustique, Paris, s. d.).

(1) On appelle « lignée végétative » une descendance qui, comme chez la Pomme de terre, provient de la multiplication végétative d'une plante-mère par les divers procédés en usage (tubercule, bulbe, greffe, bouture, écusson, marcotte) : on a donné à ces lignées végétatives le nom de « clônes ».

de simples modifications passagères, dues à de la variété fluctuante, sont transmissibles héréditairement à la descendance. Or, que fait le cultivateur routinier ? Sans faire le moins du monde attention à ces grandes divergences de productivité, il récolte le tout pêle-mêle, emmagasine ou met en silo, très souvent dans de mauvaises conditions d'aération et de conservation, puis, dans ce tas hétérogène, mal conservé, où les tubercules provenant de bonnes plantes avoisinent ceux qui ont été prélevés à des touffes de quatrième ordre, il choisit son matériel pour la plantation, en aggravant souvent encore son erreur par la préférence qu'il donne, lors de ce choix, à des tubercules de moyenne grosseur (1).

On voit donc que cette manière d'agir lui est des plus préjudiciable.

Comment appliquer, à l'amélioration de la Pomme de terre, la technique de l'amélioration massale ? En choisissant, dans la parcelle envisagée, au cours de la végétation, un certain nombre de touffes et en ne prélevant les tubercules de plantation que sur cette récolte, après que l'examen, plante par plante, aura confirmé le choix fait antérieurement.

Quelles seront les caractéristiques extérieures qui devront diriger ce choix ? On choisira des touffes bien développées, d'une *bonne luxuriance,* dont les feuilles sont bien vertes, *sans taches quelconques* sur le limbe, à *surface bien normale, bien plane,* sans enroulement des bords, sans recroquevillement, ni gaufrage, ni frisure.

A quelle époque la visite du champ doit-elle se faire ? Le meilleur moment sera la période de la floraison; on pourra distinguer, éventuellement, en ce moment, les touffes étrangères à la variété qui est sensée composer la parcelle. Le choix effectué, on marquera la touffe choisie d'une baguette assez longue pour être aisément aperçue; une deuxième visite, aux approches de la maturité, avant que les feuilles jaunissent et se dessèchent, serait une excellente épreuve du premier choix : on enlèverait les tuteurs aux touffes dont les feuilles auraient, entretemps, pris un aspect maladif.

Une observation : il peut arriver que la parcelle soit infectée par les maladies de la dégénérescence à un point tel que bien peu de touffes soient restées entièrement indemnes; il est fortement à conseiller de ne pas effectuer de choix quelconque dans un tel champ; neuf fois sur dix les touffes paraissant saines ont déjà subi une première atteinte, qui se prononcera davantage à la génération suivante.

On récolte les touffes marquées avant les autres (2) et on procède à un

---

(1) Une des premières conséquences défavorables d'une attaque par les maladies provoquant la dégénérescence est de diminuer considérablement, non seulement le nombre des tubercules par touffe mais aussi leur grosseur; le cultivateur qui choisit donc de préférence, pour sa « plante », des tubercules de petite moyenne, peut propager inconsciemment la maladie.

(2) Divers essais de récolte prématurée des semenceaux de pommes de terre longtemps avant la maturité ont, paraît-il, donné des résultats très encourageants; des expériences comparatives établies par la Chaire de culture de l'Institut Agronomique de Gembloux ont corroboré les résultats obtenus ailleurs. (Voir le travail de M. Tilkin, F. : *L'arrachage prématuré des pommes de terre destinées à la plantation.* (Ann. de Gembloux, XXX, 1924, pp. 45-52) qui donne tous les renseignements à ce sujet, ainsi que la bibliographie).

examen rapide des tubercules au quadruple point de vue de leur nombre, de leur santé, de leur disposition serrée au pied de la touffe et aussi de leur régularité; mieux vaut, en effet, un certain nombre de tubercules de moyenne grandeur que la présence de quelques rares gros tubercules mélangés à un grand nombre de petits, ce qui est souvent l'indice d'un début d'attaque par les maladies provoquant la dégénérescence rapide de la sorte. On procède à la mise collective en sacs ou en paniers des tubercules des touffes marquées et dont la récolte aura corroboré le choix antérieur; ceux-ci sont ensuite emmagasinés en couches minces, dans un local bien aéré et protégé contre les gelées. Dès la sortie de l'hiver, on effectue le choix des semenceaux de bonne grosseur moyenne, pas trop petits surtout; on n'écarte, pour des raisons d'économie, que les tubercules de grandeur vraiment exagérée; toutefois, vu que les gros tubercules donnent, généralement, des plantes bien conditionnées et que, d'autre part, il faut avoir à sa disposition assez de tubercules de plantation pour une parcelle suffisamment grande, afin que sa récolte puisse permettre de satisfaire, si possible, aux exigences de la sole de l'année suivante, je suis d'avis que peu de gros tubercules doivent être écartés du choix des semenceaux.

Dès le mois de février, on procède à une mise soigneuse en germination des plants choisis et cela, de préférence, en claies ajourées (Voir fig. 46 et 47), dans un local où ils peuvent être mis à l'abri des gelées tardives, local *bien éclairé,* afin de provoquer l'émission de pousses courtes, vigoureuses, trappues, bien vertes, qui donneront rapidement des touffes vigoureuses dès leur jeune âge.

Le moment venu, on plante, en bon emplacement, c'est-à-dire sur une parcelle de composition bien régulière, convenablement fumée; cette parcelle-pépinière sera visitée à plusieurs reprises au cours de la végétation et toute touffe, dont la petite taille, le défaut de luxuriance, les feuilles marbrées de taches quelconques ou bien frisées ou encore à bords enroulés, indiqueraient la possibilité ou l'existence d'une attaque par une maladie, sera impitoyablement arrachée dès le moment où l'on s'aperçoit du dommage.

Les plantes restantes sont soumises à un examen définitif lors de la récolte, qui se fera soigneusement; on contrôle, d'un rapide coup d'œil, la quantité et la grosseur des tubercules : toute récolte médiocre, soit par le nombre, soit par le volume des pommes de terre, sera de même éliminée. Le restant fournira les semenceaux pour l'emblavement de la parcelle normale du cultivateur.

Combien faudra-t-il choisir de touffes points de départ ? — Théoriquement, on devrait en réunir suffisamment pour pouvoir disposer de la quantité normale de semenceaux qu'on utilise annuellement. En pratique, le plus souvent, cela est impossible : on doit alors avoir recours à la *parcelle-pépinière,* dont la grandeur, calculée d'après le poids des tubercules nécessaires à la plantation, détermine le nombre de touffes à choisir lors de la première sélection.

Même, si l'étendue à cultiver en pommes de terre est très grande, il faudra avoir recours à deux générations successives de parcelles-pépinières : dans ce cas, il faudra, à la seconde génération, tout comme la première

année, éliminer soigneusement avant et à la récolte, les touffes malades ou simplement suspectes.

D'ailleurs cette élimination annuelle de touffes doit être continuée indéfiniment, non seulement dans les parcelles-pépinières, mais aussi dans les cultures normales, si l'on veut éviter tout début dangereux de dégénérescence.

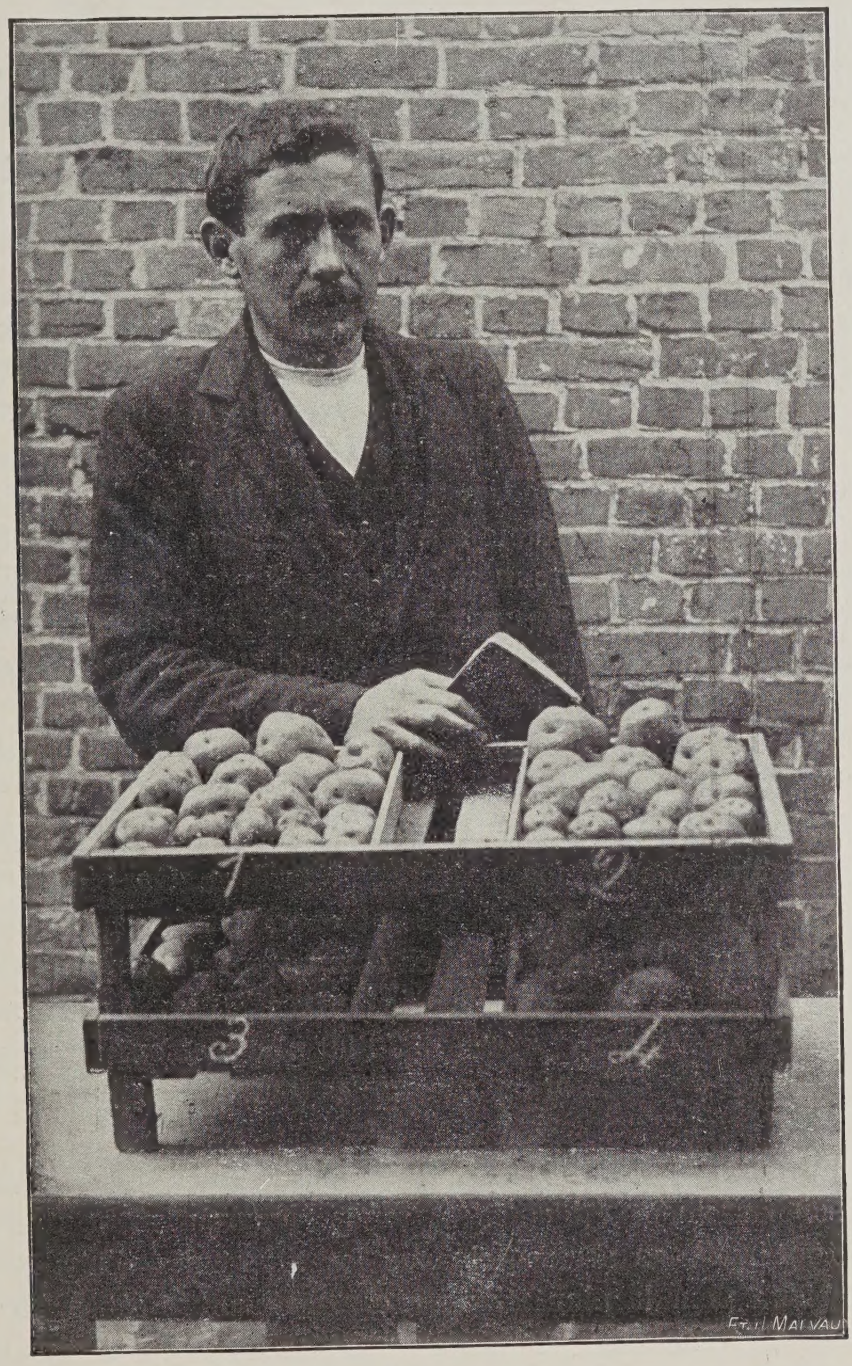


Fig. 46. — Claies utilisées en Flandre pour l'amélioration individuelle de la Pomme de terre; chaque casier renferme les meilleurs tubercules d'une touffe-mère.
(*Cliché du Ministère de l'Agriculture.*)

2° Methode par séparation de lignées végétatives améliorées. — S'il est vrai que par l'emploi de la méthode massale, méthode constituant cependant ici un progrès réel, on obtient facilement des résultats très appréciables,

il n'en est pas moins vrai qu'il est impossible au producteur de créer ainsi d'emblée des lignées stabilisées, vu l'ignorance dans laquelle il est de la constitution héréditaire de chaque touffe-mère. Un résultat, rapidement définitif, il ne peut l'atteindre que par l'emploi de la vraie méthode scientifique d'amélioration : la méthode généalogique ou par séparation de lignées pures, qui, dans le cas qui nous occupe, seront des *clônes* ou lignées végétatives. Il pourra ainsi créer des sortes stables, adaptées aux conditions régionales et possédant des caractères bien définis, répondant aux exigences du marché local.

Comme dans la méthode en masse, il fera choix, en les marquant d'une baguette, d'une centaine de touffes vigoureuses, saines et corroborera ce choix par l'observation des tubercules lors de la récolte : ce qui différenciera, dès ce moment, cette méthode d'amélioration de la précédente, ce sera la séparation rigoureuse des tubercules provenant de chaque touffe; cette séparation pourra se faire et se maintenir aisément en répartissant la récolte dans des claies partagées en petits compartiments numérotés (fig. 46), dont chacun reçoit le produit d'une touffe plante-mère, point de départ de la sélection. Au printemps, on choisira dans chaque compartiment un certain nombre des meilleurs tubercules de chaque touffe (6 à 7 par exemple), on les plantera à distance normale, en autant de lignes qu'il y aura de touffes points de départ, en affectant donc une ligne à chaque ensemble de 6-7 tubercules provenant d'une plante-mère. Chaque ligne, constituant ainsi une lignée végétative, sera soigneusement étiquetée au moyen d'une étiquette bien apparente portant le numéro de la plante-mère, point de départ de la lignée.

Dès les premières levées, on observera soigneusement les détails de végétation de chaque lignée et on annotera leurs défauts ou qualités respectives : bonne ou mauvaise levée, végétation luxuriante ou ralentie, aspect sain ou maladif des feuilles, maturation précoce ou tardive. On récoltera ligne par ligne, au fur et à mesure des maturités et on déterminera le rendement par touffe, ou mieux, par ligne, si celles-ci comportent toutes le même nombre de plantes. D'après les observations végétatives et les rendements obtenus, on éliminera la majorité des lignées (60-70-80 p. c.) et on ne conservera pour la deuxième année d'amélioration que celles qui auront donné toute satisfaction.

L'année suivante, parmi les tubercules de chaque lignée, tubercules qui auront été soigneusement étiquetés et tenus rigoureusement dans des claies à l'abri de tout mélange accidentel avec les tubercules d'une autre descendance, on choisira pour la plantation un certain nombre (50 à 70) de semenceaux gros et moyens bien conformés, bien conservés, et on les plantera derechef en longues lignes parallèles, en affectant une ligne à chaque descendance. De nouvelles éliminations à la récolte les réduiront à un tout petit nombre de descendances de tout premier choix, qu'on multipliera, la troisième année, sur des parcelles de 5 ares par exemple, dont les 2 ou 3 meilleures fourniront les semenceaux pour les grandes multiplications définitives de la quatrième année.

Il est à conseiller de faire servir les cultures de deuxième ou de troisième

année d'*essais comparatifs*, qu'on établira en 2 ou 3 séries, d'après la méthode décrite plus haut, chaque série étant composée d'autant de lignes de 20 ou 30 touffes qu'il y a de « clônes » en observation; on y ajoutera 2 ou 3 variétés « standard » choisies parmi les meilleures sortes cultivées dans la région ou dans le pays.

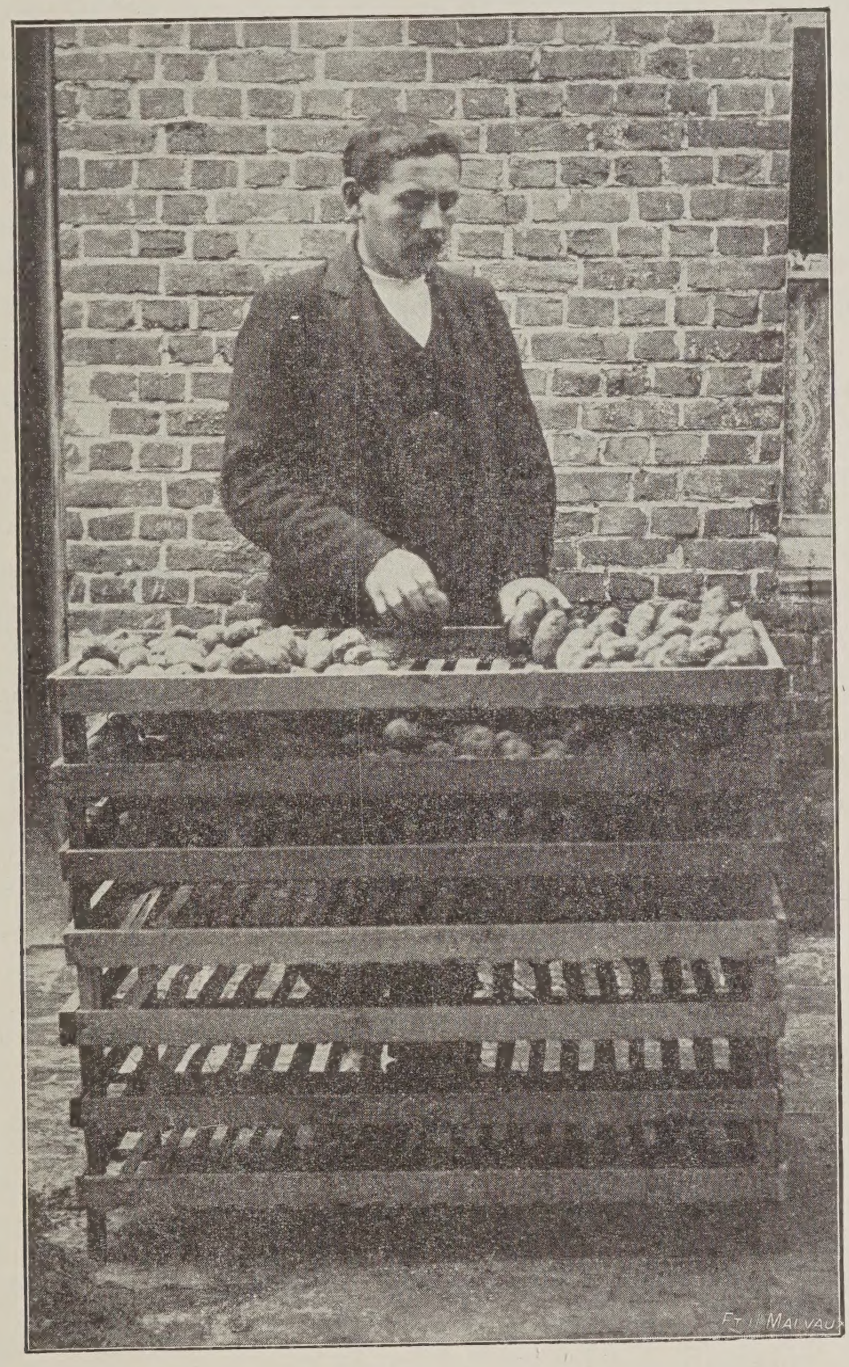


Fig. 47. — Système de claies superposables, utilisées en Flandre pour la mise en germination des Pommes de terre. (*Cliché du Ministère de l'Agriculture*).

Faisons remarquer que, même quand on fait, chez la Pomme de terre, de la sélection individuelle, il faudra avoir soin de choisir, annuellement, dans les meilleures lignées gardées en amélioration, quelques touffes (10 par exemple) de premier ordre afin de continuer la sélection : en effet, quoiqu'on ait à faire à des lignées végétatives pures, la fréquence de maladies qui se trans-

mettent d'une génération à l'autre, et peut-être aussi la possibilité d'apparition de rameaux végétatifs affaiblis, rendront absolument nécessaire une sélection *continue,* non pas pour améliorer davantage, mais pour conserver intact le degré de telle ou telle qualité.

Dans la pratique courante, l'analyse des différentes récoltes se réduit à la détermination du *rendement,* ainsi qu'à l'enregistrement du degré de précocité ou de tardivité, de la forme du tubercule, de la profondeur des yeux, de la couleur de la peau et de la chair; après la deuxième ou la troisième génération, on pourrait établir comparativement les diverses teneurs en fécule; cependant, si on n'envisage pas des recherches scientifiques, et qu'on n'a pas en vue la sélection de la pomme de terre industrielle, cette détermination du pourcentage de fécule peut être très avantageusement remplacée par de sérieux essais culinaires avant et après l'hiver, essais qui établiront, sans conteste, la valeur pratique des lignées.

3° Méthode par semis et par hybridation.— Beaucoup de nouvelles sortes de pommes de terre proviennent de semis; en semant des graines prélevées à des baies, on obtient généralement des descendances très hétérogènes. En effet, la Pomme de terre est une plante essentiellement allogame, c'est-à-dire à fécondation croisée naturelle : dès lors, chaque individu représente un élément très hétérozygote, dont les semences de nature hybride donneront donc une F2 où se déclanchera la disjonction des caractères.

Un avantage de cette méthode c'est que, chaque baie renfermant un grand nombre de semences, la deuxième génération hybride sera représentée par un très grand nombre d'individus : on peut donc avoir la chance de voir se réaliser des combinaisons homozygotes intéressantes au point de vue pratique.

D'autre part, la rareté et surtout l'absence, certaines années, de fructifications chez certaines sortes de pommes de terre, est un obstacle qui peut être sérieux.

La technique de ces semis est relativement simple : il faut avoir à sa disposition un nombre suffisant de terrines en terre poreuse (30 × 20 cm., par exemple) et de caisses de repiquage. Les baies sont cueillies à maturité, écrasées et lavées sous un filet d'eau, sur un tamis; avec un peu de patience on réussit à séparer complètement les graines de la pulpe qui les entoure, après quoi on les met sécher sur un linge.

Vers le mois de février, on les sème en terrines, sur terreau de feuilles : aussitôt que 3 ou 4 petites feuilles se sont développées, on procède, au moyen de spatules, à un premier repiquage en caisses, (nous utilisons des caisses de 75 × 50 × 17 cm.) puis, au fur et à mesure de l'apparition de nouvelles feuilles et de la croissance des petites plantules, on repique une deuxième et mieux encore une troisième fois, en réservant, la dernière fois, une distance de 10 cm. au moins entre les plantes. Aussitôt que les gelées tardives ne sont normalement plus à craindre, on met en place en enterrant la jeune plante avec une motte de terreau en sol bien ameubli et bien fumé. Grâce à ces repiquages successifs, les plantes ont acquis une bonne vigueur, et, dès la première année, donneront une récolte presque normale.

Depuis quelques années on utilise beaucoup cette méthode par semis pour créer de nouvelles variétés résistantes aux maladies de la dégénérescence.

Une remarque importante s'impose ici : soit une parcelle de pommes de terre du jardin d'amélioration; tous les individus de cette parcelle proviennent de la multiplication végétative d'une touffe de départ : les baies qui se forment proviennent donc de fécondations entre plantes issues végétativement d'une même plante-mère, c'est donc comme si on avait effectué des autofécondations; or, les pommes de terre, plantes allogames, quand elles sont soumises à autofécondation forcée, montrent souvent une dégénérescence très prononcée à la suite de cette culture incestueuse.

Il est donc à conseiller de ne pas faire choix de baies ni sur des plantes issues d'autofécondations artificielles, ni sur des touffes à l'intérieur d'une lignée végétative pure, mais d'utiliser des semences provenant d'hybridations naturelles ou artificielles entre lignées végétatives différentes. Et c'est ce qui nous amène à parler de l'hybridation artificielle chez la Pomme de terre.

§ 3. — Croisements entre deux « clônes » de pommes de terre.

La technique en elle-même n'est pas difficile: il suffit, très tôt au matin, de préférence le jour où on prévoit que le bouton va s'épanouir, d'écarter les pétales de la fleur à castrer et, au moyen d'une pince, d'arracher prudemment les anthères qui forment comme un tube autour du style; je dis prudemment, en effet, le style est très fragile et le moindre choc le casse net. L'après-midi du même jour ou le jour suivant, par beau temps, on prélève, à la pince, une anthère mûre (1) dans une fleur de la lignée qui va servir de géniteur paternel, on en tapote l'extrémité sur l'ongle du pouce gauche, puis on saupoudre délicatement, de ce petit tas de pollen, le stigmate de la fleur castrée.

On peut aussi récolter des quantités notables de pollen en disposant des inflorescences dans de l'eau afin d'assurer la continuation de la floraison et en recevant le pollen sur du papier noir, brillant.

Il est toujours prudent, après l'opération, d'entourer l'inflorescence fécondée d'un petit sac en papier parcheminé, surtout si la touffe est entourée d'autres touffes fleuries, à étamines riches en pollen. Sinon, il est préférable de s'abstenir de cette inclusion, qui nuit beaucoup à la fructification. D'ailleurs, si même quelques ovules étaient fécondées par du pollen étranger, où serait le grand mal, du moment qu'on n'envisage pas un but scientifique ?

Si la technique de l'hybridation est relativement facile, il y a, chez la Pomme de terre, des circonstances biologiques qui influencent défavorablement les possibilités de croisements artificiels : en effet, chaque année, un très grand nombre de lignées ne forment pas de boutons floraux, et si même ceux-ci sont présents, très souvent ils tombent prématurément. D'autre part, chez beaucoup de fleurs les étamines ne renferment pas ou très peu de pollen; chez d'autres, les fruits ne se forment pas ou bien encore, étant formés, les baies sont

(1) On s'aperçoit de la déhiscence de l'anthère par la présence d'un pore ouvert à son extrémité, pore qui est généralement d'un jaune un peu plus foncé et même de couleur brunâtre.

caduques et tombent. On voit donc que chez la majorité des sortes, certaines années surtout, il y a impossibilité d'effectuer des croisements.

Naturellement, parmi les multiples produits d'une telle disjonction, une grande majorité est inutilisable; mais ces générations hybrides sont, normalement, tellement hétérogènes et tellement riches en individus que chaque croisement peut, néanmoins, donner des formes nouvelles intéressantes.

L'étude de la façon dont se comportent les divers caractères, chez la Pomme de terre, après hybridation, s'est surtout étendue aux caractères morphologiques : forme et couleur du tubercule, couleur de la chair, situation des yeux et couleur des fleurs; c'est surtout à Salaman (à Barley, Angleterre), que nous devons les études les plus étendues concernant la génétique de *Solanum tuberosum* (1). La coloration du tubercule, la situation profonde des yeux, la forme cylindrique et en « rein » du tubercule, la coloration de la chair, sont tous caractères dominants vis-à-vis, respectivement, du tubercule blanc, des yeux superficiels, des tubercules ronds, sphériques et des pommes de terre à chair non colorée ; la couleur pourpre de la peau est dominante vis-à-vis de la couleur rouge : la coloration est due ici à l'interaction de trois facteurs, R, D, et P, R provoquant l'apparition du rouge en présence du facteur D, le « développateur » et P faisant virer le rouge au pourpre. L'absence de pollen dans les anthères est un caractère dominant. Salaman a, en outre, fait des hybridations intéressantes entre deux formes végétativement très différentes de pommes de terre, l'une à tiges dressées, l'autre à tiges rampantes (2); actuellement, il étudie surtout la façon dont se comporte, au point de vue génétique, la résistance de certaines lignées à la maladie de la Gâle noire, cette terrible affection, qui a apparu ces dernières années dans certains pays circonvoisins (3).

CHAPITRE IV

L'AMÉLIORATION DU TRÈFLE

(spécialement de *Trifolium pratense*).

L'amélioration des Légumineuses fourragères n'a pas encore pris, dans la pratique sélective, l'extrême importance de l'amélioration des Céréales et des

(1) Salaman, R. N. — *The inheritance of colour and other characters in the Potato.* Journal of Genetics, I, 1910, p. 7-46, 29 pl., 2 fig. — Cambridge Univers. Press.

(2) Idem. — *Genetic studies in Potatoes. The inheritance of an abnormal haulm type.* — Journal of Genetics, X, 1920, p. 21-38, 4 pl.

(3) Salaman R. N. et Lesley, J. W. — *Genetic studies in Potatoes. The inheritance of immunity to wart disease.* Journal of Genetics, XIII, 1923, pp. 177-86.

Plantes-racines. Néanmoins, dans certains pays où l'élevage a pris un très sérieux développement — je citerai les pays scandinaves, le Danemark surtout et la Suisse — des efforts considérables ont été faits ces dernières années en vue d'améliorer les méthodes de perfectionnement des trèfles : aussi m'a-t-il semblé, vu l'importance du sujet, que ce serait une vraie lacune dans ce manuel que de les passer sous silence.

§ 1. — Méthodes et technique de l'amélioration.

Le fait que cette plante fourragère est, au point de vue de sa fécondation, sous la dépendance de certains insectes, complique assez sérieusement son amélioration. On sait que les petites fleurs de Trèfle, rassemblées en glomérules globuleux, sont du type dit « papilionacé », dont le Haricot et le Pois représentent une forme agrandie : la corolle est composée de cinq pièces, dont une grande, dressée, forme l'« étendard » et deux latérales : les « ailes »; deux autres petites pièces soudées constituent, en avant, la « carène », qui entoure les organes sexuels, formés par 9 étamines soudées en un tube enveloppant le style, une dixième étamine restant libre.

Les parties inférieures des pièces corollines sont soudées en un tube dont le fond est occupé par des nectaires à miel. Aussi la fécondation chez *Trifolium* est-elle presque exclusivement le fait des insectes butineurs, qu'attirent l'éclat des glomérules, l'odeur des fleurs et la présence du nectar. Pour s'emparer de ce liquide sucré, ils abaissent les ailes, entr'ouvrent la carène et font saillir les stigmates et les anthères, opérant alors, involontairement, la fécondation, en frôlant les stigmates de la tête chargée de pollen prélevé aux fleurs précédemment visitées, se chargeant en revanche, par contact avec les anthères déhiscentes, de nouveau pollen.

L'autofécondation naturelle est généralement impossible; de plus, l'autofécondation artificielle, même par vicinisme (entre fleurs d'un même glomérule) est le plus souvent sans effet. On admet cependant, pour cette autostérilité, la possibilité d'exceptions individuelles.

Cette autostérilité prépondérante semble même persister lors de fécondations entre touffes obtenues par division végétative d'un même individu.

La seule technique qui donne une *abondante fructification* est le croisement soit artificiel, soit au moyen de bourdons, entre plantes réunies sous un isoloir à gaze. En culture, la formation de semences est variable; par temps quelque peu humide la fructification est limitée; à la première coupe, il y a aussi généralement peu de fécondations, à cause de la pénurie en insectes pollinisants, les femelles de bourdons ayant hiverné étant seules présentes.

Les fécondateurs chez *Trifolium pratense* sont presqu'exclusivement les *bourdons*; parmi ceux-ci quelques-uns, surtout les mâles de *Bombus terrester*, au lieu de se comporter en butineurs se font déprédateurs, c'est-à-dire qu'au lieu de prélever normalement le nectar, ils le « volent » par effraction, par une ouverture qu'ils percent, au moyen des mandibules, à travers les pièces de la corolle à la base de celle-ci.

Les *abeilles* n'interviennent que très rarement dans cette fécondation : en

effet, leur trompe suceuse est en général trop courte pour atteindre le fond du tube; si elles visitent les glomérules du Trèfle, c'est souvent pour prélever le restant du nectar à travers les ouvertures percées par les bourdons larrons.

Les *papillons,* au contraire, peuvent, au moyen de leur longue trompe enroulée en spirale, prélever le liquide sucré sans enfoncer la tête entre les pièces florales; ils ne participent donc, non plus, que très rarement à la pollinisation.

Ni les abeilles, ni les papillons ne semblent donc beaucoup entrer en ligne de compte pour la fécondation du Trèfle : celle-ci est, en énorme majorité, assurée par les bourdons. Ce fait biologique a une énorme importance dans l'amélioration de cette plante fourragère, considérée en temps que *productrice de graines.* Il peut arriver, en effet, dans les pays où l'extension de l'élevage nécessite des emblavements très étendus de trèfle, que la fécondation adéquate de très grandes parcelles ne peut être assurée, les bourdons étant en trop petit nombre, ce qui peut avoir comme résultat inattendu de mettre en péril l'obtention de quantités suffisantes de semences de souches souvent hautement intéressantes : c'est ce qui est arrivé notamment au Danemark où la Station réputée de Tystoft avait créé une lignée améliorée de Trèfle rouge précoce.

L'utilisation des méthodes biologiques d'amélioration du Trèfle au point de vue « production de la graine » pouvait être double :

1° Contrôle des espèces de bourdons effectuant le mieux la fécondation et domestication (multiplication artificielle) de ceux-ci;

2° Sélection et multiplication de lignées de Trèfle dont la corolle raccourcie permettrait aux abeilles d'atteindre aisément les nectaires et d'assurer ainsi la fécondation.

I. — La *domestication* de certaines espèces de bourdons a été entreprise par divers expérimentateurs qui ont réussi à élever des familles de ces insectes dans des espèces de ruches. Lindhard, entre autres, a opéré dans de petites ruches cubiques en bois, à deux compartiments, l'un pour la nourriture, l'autre pour la nidification et dans lesquelles il introduisait des reines en quête d'un nid; il les nourrissait au début d'une solution de sucre candi à 50 p. c. et de fleurs fraîches. On trouvera dans le travail de Lindhard (1) les détails d'une telle domestication; celle-ci demande beaucoup de travail et de soin; et quand il s'agit — comme c'est le cas pour le Trèfle précoce — d'obtenir un grand nombre de bourdons ouvriers assez tôt dans la saison, il faut pouvoir disposer de serres où les insectes puissent rassembler, en mars-avril, du pollen à des fleurs appropriées. Dans ce cas spécial, l'élevage est donc chose difficile et coûteuse.

II. — Une seconde voie, offerte à l'amélioration, était la création de variétés à *tube corollin peu long* permettant la fécondation par les abeilles, insectes beaucoup plus répandus que les bourdons.

Martinet, directeur de la Station d'essais de Lausanne, ayant, en 1909, découvert des plantes de trèfle qui, fécondées par des abeilles, lui avaient

(1) Lindhard, E. — *Der Rotklee « Trifolium pratense » bei natürlicher und künstlicher Zuchtwahl.* (Le trèfle rouge : sa sélection naturelle et artificielle). Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, VIII, 1921, pp. 95-120. — Parey, Berlin.

fourni de riches rendements en graines, lança, il y a quelques années, le « Trèfle à abeilles » ou « Apitrèfle », qui semble s'être multiplié en Suisse, sur une assez grande échelle. Quelques essais faits à l'étranger, ont donné de moins bons résultats.

Lindhard, lui aussi, ayant depuis 1909 fait des recherches dans ce sens établit, en 1919, des essais comparatifs entre son « trèfle à abeilles » et d'autres types normaux : ces essais, dit-il, furent tous en faveur du premier, notamment quant au nombre des glomérules floraux, au nombre de graines et au pourcentage plus élevé de celles-ci dans le poids total.

Schlecht pense que les abeilles fécondent mieux le Trèfle qu'on ne le croit généralement, surtout à l'air libre; elles s'acquittent moins bien de leur tâche quand on les introduit dans de grandes cages sous lesquelles sont isolées des touffes de trèfle : cependant, même alors, quelques pollinisations peuvent s'effectuer.

L'amélioration du Trèfle au point de vue de l'obtention d'un bon fourrage.

C'est certainement la directive principale, la plus communément poursuivie. A ce point de vue, il faut rechercher la création de lignées à grande longévité, bien résistantes aux maladies et possédant une masse foliacée bien développée sur des tiges résistantes sans pour cela être ni trop grosses ni trop dures.

Technique de l'amélioration.

On prélève, comme plantes-mères, des touffes de choix dans les champs (1), dans les pâturages, même le long des chemins; ces plantes peuvent être transplantées avec une grosse motte de terre dans les parcelles d'observations, où elles seront plantées à environ 30 × 20 cm., 30 × 30 cm., 40 × 30 cm. Il faut toutefois s'assurer que la plante prélevée ne soit pas un complexe de plusieurs individus à végétation intriquée.

On peut aussi avoir recours au semis en lignes, en semis clair, de graines du commerce de provenances diverses ou de graines prélevées sur des touffes de bel aspect, semis dont on prélève plus tard les jeunes plantes qui semblent particulièrement luxuriantes. Pendant une période suffisamment longue, s'étendant par exemple sur deux années de culture, afin d'étudier la vigueur de leur végétation, on soumet les touffes à des coupes répétées, en déterminant chaque fois le poids du fourrage vert et sec. On observe quels sont les individus qui donneront le plus haut rendement en masse foliaire, ceux qui repoussent le plus rapidement, le plus vigoureusement; au bout d'un certain nombre de fauchages, plusieurs touffes auront péri et le nombre de touffes restantes diminuera encore durant la mauvaise saison; cette élimination naturelle aura, au

(1) Les champs ordinaires de trèfle sont des populations très riches en lignées de valeur diverse : celles-ci se distinguent par la couleur des feuilles, des tiges, des fleurs, des semences, par la forme des folioles (folioles ovales, en fer de lance, etc.), par la présence ou l'absence de dessins sur les limbes foliaires, par la végétation dressée ou retombante des tiges, etc.

bout de la deuxième année de culture, réduit le nombre de touffes de choix à un minimum.

Ce sera le moment de laisser fleurir ces élites (1) et d'en prélever la graine. Or, ici, on se butte à une difficulté assez sérieuse : l'allogamie prononcée du trèfle, dont la fécondation est assurée presqu'exclusivement par les bourdons et qui, forcé à autogamie sous isoloir, ne produit pas de graines ou en très petit nombre seulement, quoique, sous ce rapport, il peut y avoir des individualités plus ou moins autofertiles.

Plusieurs méthodes peuvent être envisagées : l'isolation de touffes individuelles est généralement sans résultat ou ne donne que des résultats précaires: d'autre part, la floraison en liberté des touffes élites, côte à côte, donne généralement aux insectes l'occasion d'effectuer des croisements naturels, ce qui aura pour effet d'assurer une production de graines hybrides.

On pourrait isoler sous gaze 2-3 touffes et les hybrider entre elles; mais la technique des croisements chez le trèfle est très délicate. La meilleure façon d'opérer serait de s'emparer de quelques bourdons butinant sur des parcelles de luzerne par exemple et de les introduire sous la cage au moment de la floraison; ces insectes pollinisateurs devraient être renouvelés tous les deux jours. Martinet préfère l'introduction de nids avec nourriture artificielle (solution de glucose) pour suppléer à l'insuffisance d'aliment naturel.

Quelle que soit la technique suivie, on récoltera séparément les graines de chaque groupe (et mieux encore, de chaque touffe, mais ce procédé compliquerait davantage les choses) et, l'époque du semis arrivée, on sème ces nouvelles végétations, qui seront ainsi étudiées comparativement au point de vue de leurs qualités fourragères, sur autant de parcelles qu'il y aura eu de groupements isolés; le semis se fera suffisamment clair afin d'empêcher, autant que possible, l'intrication des touffes (2).

Lors de la dernière floraison, celle qui donnera les graines pour la 3e génération, il faudra, pour éviter les croisements, avoir recours aux mêmes façons d'opérer que ci-dessus.

---

(1) Chez certains sélectionneurs, il est d'usage — et la méthode est à préconiser — d'intercaler ici une multiplication végétative, en prélevant, vers l'automne, directement sur les touffes de la parcelle ou sur des touffes d'élite empotées et mises en végétation en serre froide, des *boutures* qui, plantées, pour enracinement, dans des caisses, sont ensuite mises à hiverner; à la bonne saison ces boutures sont mises en place sur des parcelles à équidistance. De cette façon, on obtient, sans intervention d'un semis, un ensemble assez important de touffes, ce qui facilitera beaucoup la comparaison des descendances en observation. Fruwirth dit avoir réussi, directement en pleine terre, 60 p. c. de boutures constituées par de jeunes rameaux et 50 p. c. de celles qui portaient des boutons floraux. Personnellement, j'ai pu amener en végétation, en pleine terre, au début de mai environ 40 p. c. de boutures (jeunes rameaux, dont quelques-uns à boutons floraux), fendus quelque peu à leur extrémité qui était enrobée d'un peu d'argile humide. Il faut avoir soin, naturellement, de limiter l'évaporation en enlevant les plus grandes feuilles et il est à conseiller de décapiter les boutures d'une certaine longueur.

(2) Fruwirth préconise, avec raison, la méthode suivante pour l'obtention des descendances d'élites : semis des graines dans des caisses en serre froide et mise en place quand les plantes ont 2-3 feuilles. Le semis direct, dit-il, donne toujours des parcelles à grands vides.

Je dis lors de la dernière floraison : en effet, des croisements qui s'effectueraient lors des floraisons qui se succèdent pendant la période d'essais des rendements en masse fourragère, n'ont aucune importance; d'ailleurs, on peut effectuer des coupes avant l'épanouissement des glomérules floraux ou même pincer ceux-ci au fur et à mesure de leur apparition.

Mais au moment de la floraison définitive — qu'on ne choisisse pas trop précocement au printemps, parce que en ce moment on ne trouve, comme pollinisateurs que des bourdons femelles qui ont hiverné — il faudra prendre des précautions nouvelles pour empêcher des croisements entre les diverses descendances.

Distancer les parcelles entre elles et de toute autre parcelle de trèfle n'est pas pratique, isoler chaque parcelle sous gaze et introduire des bourdons capturés serait trop onéreux pécuniairement. Voici un procédé auquel on pourrait recourir : chaque parcelle serait séparée complètement de la suivante par un large manteau de plantes mellifères, habituellement visitées par les bourdons : ceux-ci seraient ainsi attirés en grand nombre pour assurer la fécondation du trèfle et le danger de croisement entre des descendances différentes serait grandement écarté; en effet, ayant butiné une parcelle de trèfle, la plupart des bourdons iraient se débarrasser dans les fleurs du manteau, du pollen de trèfle qui pourrait adhérer à leur tête et le pollen des plantes protectrices qu'ils pourraient, ensuite, transporter ne saurait féconder les premières fleurs de la parcelle suivante de trèfle qu'ils visiteraient. Pour un tel manteau, on pourrait, par exemple, utiliser la vesce velue, à floraison simultanée avec celle du trèfle, si on prélève la graine après la première coupe. On préconise aussi beaucoup une plante à bourdons : *Cerinthus minor* ou *aspera,* qu'on amène à fleurir en même temps que le trèfle par un semis en temps opportun ou en réglant convenablement la coupe.

On aura eu soin d'éliminer (par arrachage ou enfouissage) toute descendance qui, comme luxuriance, longévité, résistance aux maladies, principalement à *Glaeosporium trifolii,* se montrerait inférieure aux autres; on éliminera de même, dans les descendances de choix, les individus qui seraient moins résistants, moins luxuriants (1).

Et, en employant ainsi tour à tour telle ou telle méthode, en alternant le choix des plantes de départ, les générations végétatives et les générations à semences et en multipliant les meilleures descendances, on parviendra, non sans quelque peine, mais sûrement, à améliorer la principale de nos plantes fourragères, qui, restée si longtemps sans perfectionnement, peut cependant donner en masse foliaire des rendements bien plus élevés que ceux qu'on obtient généralement.

§ 2. — Technique de l'hybridation chez le Trèfle.

Quoique n'étant pas fréquente, la méthode par croisement peut, occasion-

(1) L'aspect hétérogène de quelques parcelles ne doit pas étonner : en effet là où les plantes-mères, points de départ, proviennent, presque à coup sûr, d'une fécondation croisée.

nellement, être utilisée avec beaucoup d'avantages, surtout quand on a à sa disposition des sortes pures bien étudiées.

L'hybridation chez *Trifolium,* par la méthode ordinaire de la castration est difficile à cause de la petitesse des fleurs. Afin de pouvoir couper, avec des ciseaux très fins, les extrémités du tube à étamines, il faut fendre l'étendard et la carène après avoir écarté les ailes, tout en ayant grand soin de ne pas entamer le style ou le stigmate. Une bonne loupe est nécessaire : la meilleure est une loupe binoculaire qu'on attache à demeure derrière la tête par une petite courroie.

On n'opère naturellement que sur quelques fleurs qu'on choisira de préférence vers les régions médianes des glomérules.

Un praticien des Etats-Unis, Oliver, a préconisé, il y a quelques années, une méthode spéciale qu'on utilise en floriculture, quand il s'agit de petites fleurs : en dirigeant sur le stigmate un jet d'eau fin mais énergique au moyen d'un vaporisateur, on le débarrasse, par ce lavage, du dépôt de son propre pollen : on sèche avec la pointe d'un buvard. On pollinise en y déposant, au moyen d'une plume emmanchée ou d'un fin pinceau, du pollen prélevé sur une fleur, en inclinant celle-ci au-dessus d'un papier par exemple et en pressant sur les ailes et la carène afin de faire jaillir les anthères.

Actuellement, vu l'autostérilité prononcée du trèfle, on néglige généralement les castrations et on opère directement la pollinisation du stigmate au moyen du pollen prélevé sur la plante paternelle; après qu'un premier aide a fait saillir le stigmate, en tenant les ailes et la carène abaissées au moyen d'une petite pointe, tout en maintenant de l'autre main l'étendard replié en arrière, un deuxième aide dépose le pollen; tout ceci, naturellement, après ensachage des glomérules de la plante-maternelle.

Quoiqu'il en soit, aucune de ces trois méthodes n'est vraiment facile, vu la petitesse des fleurs; aussi pourrait-on avoir recours, de préférence, à une quatrième méthode, celle de la fécondation croisée au moyen de bourdons, introduits à l'intérieur de l'isoloir à gaze sous lequel on a disposé les deux géniteurs. Le croisement sera réciproque et en outre quelques semences peuvent résulter d'autofécondation : mais, soit à la F1, en tout cas lors de la F2, on distinguera facilement les touffes provenant de semences hybrides de celles qui résultent de graines autofécondées.

En ce qui concerne les croisements entre espèces diverses de *Trifolium,* dans la plupart des cas, l'hybridation n'a pas réussi ou la F1 a péri; une exception toutefois est l'hybride naturel très connu entre le Trèfle des prés et le Trèfle rampant.

Mayer Gmelin seul a obtenu des hybrides viables entre *Trifolium pratense* et *Tr. hybridum,* d'une part, et *Trifolium pratense* et *Tr. incarnatum* d'autre part.

CHAPITRE V.

L'AMÉLIORATION DES GRAMINÉES

La grande majorité des Graminées sont des plantes allogames; l'agent presque exclusif du transport du pollen est le vent.

Chez les Graminées, la floraison s'annonce, habituellement, par l'augmentation de l'angle que forment, avec l'axe de l'inflorescence, les épillets ou les rameaux secondaires et par l'entrebaillement des extrémités des glumelles · ce phénomène s'observe particulièrement bien chez les *Lolium* (« Ray-grasses »).

§ 1. — Directives de l'amélioration.

La principale donnée qui dirigera le sélectionneur dans le choix des lignées d'élite et dans l'élimination des non-valeurs est le rendement en *masse fourragère* verte ou séchée à l'air (foin). Il va de soi que des conclusions définitives ne peuvent être tirées qu'après des épreuves comparatives de longue haleine, s'étendant au moins sur une période de deux à trois années; c'est ce qui rend les méthodes d'amélioration des Graminées et des autres plantes fourragères tellement longues.

La *longévité* est aussi une directive très intéressante, en connexion étroite d'ailleurs avec le rendement; mais si l'on veut, sous ce rapport, pousser l'épreuve jusqu'au bout, on doit prolonger encore la durée de l'essai comparatif. L'étude de la plus ou moins grande vitalité végétative des lignées intervient cependant malgré tout au cours des épreuves comparatives : en effet, à la suite des coupes répétées plusieurs fois par an durant deux ou trois années, les touffes les moins résistantes montreront rapidement une tendance à former des repousses de plus en plus faibles.

Divers autres caractères, également importants, peuvent encore être envisagés, comme : la *résistance aux maladies* (surtout aux Rouilles), au *froid*, à la *sécheresse*, ainsi que la *teneur en matières nutritives*.

§ 2. — Technique des méthodes.

Les principaux techniciens de l'amélioration des Graminées, ceux qui, non sans difficultés, ont appliqué au perfectionnement de ces plantes les diverses modalités de la méthode *individuelle* sont Hayes (Station d'essais du Minnesota, Etats-Unis), Webber (Cornell University, Ithaca, N. Y., idem), Hopkins (Station expérimentale de l'Illinois, idem), Witte (Svalof), Fruwirth, Lang et Raum (Stations allemandes d'amélioration).

Voici d'abord quelques données d'ordre technique, communes à toutes les méthodes :

Choix des plantes de départ et épreuve comparative des lignées végétatives. — Les « plantes-mères » seront des touffes d'herbe récoltées dans les prairies, dans les champs, le long des chemins et sur les accotements de chemin de fer ou encore dans des parcelles provenant de semis d'échantillons de provenances diverses. On constatera que le matériel ainsi réuni est de la plus grande hétérogénéité : bien peu de plantes montrent une richesse si grande en types les plus divers, et dans leur appareil végétatif et dans leurs inflorescences; cette multiplicité de formes fournit au sélectionneur de précieuses occasions d'isoler, parmi elles, des lignées hautement intéressantes.

Une difficulté, et non des moindres, se présente aussitôt : les touffes qu'on aura ainsi rassemblées sont rarement simples; dans la majorité des cas, elles représentent une intrication de plusieurs plantes issues de graines tombées très près l'une de l'autre. Le doute qu'on a concernant leur homogénéité empêchera le sélectionneur de les utiliser telles qu'elles sont pour établir leur valeur comparative; aussi, dans toutes les méthodes effectue-t-on, au préalable, des *divisions végétatives.*

La division des touffes se fait le mieux en automne, en caisses remplies de bon terreau, mises à l'abri du froid, sous bon éclairage et tenues suffisamment humides; la mise en place s'effectue, au printemps, dans de bonnes conditions.

Cette division peut être poussée plus ou moins loin : cependant, comme il ne s'agit pas ici d'une multiplication proprement dite, mais simplement de l'obtention d'un matériel de départ qui soit le plus homogène possible, en vue de la constitution de lignées végétatives comparables, on n'établit généralement que de petites parcelles ne comptant chacune que 6 ou 7 divisions végétatives par touffe.

Si au lieu de choisir des plantes, on part de petits échantillons de graines, il faudra, pour ces semis, suivre une technique spéciale; en effet, pour constituer les parcelles destinées au choix ultérieur des plantes-mères, on ne peut effectuer directement des semis en place qui, répartissant trop irrégulièrement les graines, provoqueraient une utilisation trop inégale des matières nutritives; en outre, ces touffes seraient fréquemment les produits mélangés de 2-3 graines tombées à un même emplacement.

Voici la technique employée par Fruwirth : semis en pots ou en caisses, repiquage quand les plantules montreront leur 3^{e} ou 4^{e} feuille, mise en place à la 6^{e} ou 8^{e} feuille; la terre et le terreau employés seront au préalable débarrassés de toute semence de graminées étrangères à l'essai; dans ce but, deux procédés peuvent être employés : brassages successifs de la terre, entrecoupés de repos afin de provoquer la germination des graines y contenues, et enlèvement des plantes; ou bien stérilisation de la terre à l'autoclave, à deux atmosphères pendant cinq heures et ensemencement du sol ainsi rendu stérile, par l'addition d'eau provenant de la filtration d'une terre non traitée.

Les petites semences de graminées devront être recouvertes d'un peu de terre qu'on y dépose par tamisage; on peut aussi les recouvrir de papier à

filtrer ou de bon papier buvard, tenue humide : les arrosages n'emportent pas les semences et les germes traversent aisément cette légère résistance. La mise en place s'ffectuera à 0.30 — 0.40 — 0.50 m.., en tous sens, d'après la grandeur des touffes.

Isolement pour la création de lignées pures. — Les essais des divers expérimentateurs ont montré que l'inclusion, sous des habitacles d'isolement, de divisions provenant d'une même touffe donne un rendement satisfaisant en graines. Il est à conseiller d'isoler les touffes quelques jours avant la floraison, à cause des grandes quantités de pollen flottant dans l'air à l'époque de l'anthèse des Graminées.

S'agit-il d'isoler des parcelles trop grandes pour pouvoir être entourées d'un habitacle, on utilise soit la méthode d'isolement *par distance,* en éloignant les parcelles d'amélioration de tout autre ensemble constitué par la même Graminée, en faisant attention, dans le calcul de ces distances, à la direction des vents dominants, soit l'isolation *dans le temps,* en fauchant les champs environnants avant l'époque normale de la floraison; mais dans ce cas, il ne faudra pas perdre de vue la possibilité de repousses éventuelles qui échappent facilement à l'attention.

Exemple de quelques méthodes d'amélioration des Graminées. — Depuis que Hays (1889), et Hopkins (1895), débutèrent, en Amérique, par l'amélioration de la Fléole, les méthodes se sont de plus en plus perfectionnées; elles ont toutes en commun la succession alternée de *générations végétatives* (par séparation de touffes ou par boutures) et de *générations sexuées* issues de graines. La nécessité de longs essais culturaux, au cours des générations qui se suivent, rend ces procédés très longs : aussi a-t-on introduit des méthodes raccourcies.

Dans la méthode de Hayes se succédaient, à partir des plantes de départ, deux générations de graines avec épreuves culturales et éliminations; la cinquième année, s'intercalait une multiplication végétative par boutures, à laquelle succédait une dernière génération de graines. Ce qu'on pouvait reprocher à ce procédé, c'était l'absence de toute isolation et par suite la quasi impossibilité de purifier suffisamment les formes.

Dans la méthode Hopkins, la première génération de graines était précédée de deux générations végétatives successives et était suivie par une troisième, le tout aussi sans protection contre des croisements naturels.

Fruwirth, le réputé génétiste praticien viennois, a préconisé plusieurs méthodes : elles ont toutes en commun les points suivants :

1° Une ou deux multiplications végétatives précèdent toujours la première génération de graines;

2° L'épreuve comparative de chaque génération — végétative ou sexuée — s'étend sur trois années, dont une année entière;

3° On ne prend, à chaque génération, qu'une seule fois des graines, pour ne

pas multiplier le nombre des parcelles au point que toute isolation par distance deviendrait impossible;

4° Dans le cas où le nombre de champs de multiplication mettrait en péril l'isolement par distance, il faudrait se résigner à éliminer les plus anciennes parcelles de multiplication dès que celles des générations ultérieures commencent à fleurir.

Voici, parmi les méthodes Fruwirth, celle qui semble la plus pratique, la plus scientifique, tout en excluant le mieux le danger de croisements spontanés:

1re *année* : Touffes de départ plantées, en automne, à équidistances — épreuve — éliminations.

2e *année* : De préférence à l'automne de cette 2e année (ou au printemps de la 3e), multiplication végétative des touffes qui ont été maintenues en amélioration, autant de parcelles donc que de touffes maintenues.

3e et 4e *années* : Epreuve — éliminations.

4e *année* : Automne : prélèvement de boutures dans les meilleures parcelles et plantation d'une parcelle de boutures par descendance, les parcelles étant isolées par distance.

5e, 6e, 7e *années* : Epreuve — Eliminations.

7e *année* : Récolte de graines, après élimination, *avant leur floraison,* des moins bonnes descendances.

8e *année* : Semis sur parcelles isolées par distance.

8e, 9e, 10e *années* : Epreuve — Elimination des moins bonnes descendances avant floraison.

10e *année* : Isolation, sous habitacle, des meilleures touffes (élites) des meilleures descendances ou de petites parcelles entières; récolte des graines de chaque ensemble ainsi isolé, touffe ou parcelle; récolte éventuelle, pour une première multiplication, du restant des graines des bonnes parcelles.

11e *année* : A) Semis des graines récoltées sur les touffes ou parcelles isolées, à raison d'une parcelle par ensemble isolé; on pourrait établir côte à côte les séries provenant de touffes isolées dans *une même* descendance, mais il faudra isoler, par distance, les divers groupements provenant de lignées *différentes.*

B) Semis éventuel, sur une plus grande parcelle, isolée des autres, des graines de la première multiplication de l'année antérieure.

11e, 12e, 13e *années* : Epreuve — Eliminations avant floraison.

13e *année et années suivantes* : Nouvelles isolations — Nouveaux semis d'élites et grandes multiplications.

Reculant devant la durée de l'amélioration imposée par une méthode vraiment scientifique, des expérimentateurs ont essayé des procédés plus courts. Voici la méthode suivie par Witte, à Svalof (1911):

1re *année ou* 1re *et* 2e *années* : Plantation, à équidistances, des touffes récoltées — Epreuve comparative — Eliminations.

2e *à* 4e *ou* 5e *années* ou 3e *à* 5e *ou* 6e *années* : Multiplication végétative des individus conservés, à raison de 6 ou 7 divisions par touffe.

2-3 *années suivantes* : Nouvelles multiplications végétatives, sur parcelles

plus grandes, isolées par distances — Epreuve — Eliminations avant floraison — Obtention de semences.

Année suivante : *a*) Essais comparatifs (d'après la méthode décrite au chapitre IV de la 2e partie), auxquels prend part une variété « standard »;

b) Essais dits « pédigrés » : semis, en petites parcelles, des graines *d'un individu* pris dans chaque descendance, afin de juger de la régularité de celle-ci.

Dernière année : Multiplication des graines des descendances qui se sont montrées supérieures dans les essais *a* et *b*.

Une méthode encore plus simplifiée a été préconisée par Lang : une première multiplication végétative des bonnes descendances suit la première génération des plantes-mères et précède une première génération de graines; celle-ci comprend, pour chaque descendance maintenue en amélioration, une triple parcelle, afin d'étudier la régularité de la végétation.

Puis suit une forte multiplication végétative des meilleures descendances, avec isolation par distance; c'est cette génération qui fournit les graines pour la première multiplication.

Quoique non vraiment scientifique, on ne peut néanmoins que recommander, en pratique, l'emploi de ces méthodes abrégées; celles-ci créent des populations purifiées, simplifiées et améliorées, bien supérieures aux populations initiales. Devant la demande toujours plus grande de semences sélectionnées de Graminées, il sera très utile d'employer ces méthodes rapides et économiques. Et si même par des procédés scientifiques, on en arrive à créer, non pas des mélanges de lignées, mais de vraies lignées pures, l'impossibilité dans laquelle on se trouve de maintenir celles-ci pures, vu les grandes masses de Graminées en fleurs qui existent partout et qui remplissent l'air de leur pollen, cette impossibilité rend l'emploi de ces méthodes scientifiques très aléatoire.

*
**

Je ne puis m'étendre ici sur les particularités de la culture des porte-graines de Graminées (assolement, façons préparatoires, fumure, semis, etc.): on trouvera ces détails dans des manuels spéciaux. Voici cependant, d'après Fruwirth (1), quelques détails qui peuvent avoir leur importance dans l'amélioration de ces plantes fourragères.

La sole où l'on va faire cette culture doit être la plus indemne possible de mauvaises herbes (danger d'infection par fumure directe au fumier de ferme); les semis précoces de printemps sont à préférer, avec, en seconde culture, une céréale d'été, montant en graines (un froment de mars hâtif, par exemple), semée clair, ou bien, encore mieux, une avoine à couper en fourrage : naturellement, tout cela dans le cas où on ne désire pas faire, dès la première année, une récolte de graines, ce qui n'est d'ailleurs guère possible qu'avec le Ray-grass d'Italie, qui est alors semé sans seconde culture.

(1) Fruwirth, C. — *Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung*. Bd. II, pp. 211-218, 3e Aufl., 1918, Parey, Berlin.

Le semis s'effectuera de préférence en lignes, au semoir ou à la main, très souvent avec addition de sable, seul moyen d'assurer un semis suffisamment clair; il faut laisser une bonne distance entre les lignes et ne pas exagérer les quantités de graines à l'hectare, de façon à rendre possible les soins d'entretien et d'augmenter la longévité, ce qui permet de prendre plusieurs récoltes.

En cas d'une deuxième culture, il faut d'abord semer la graminée et, plus tard, la céréale en lignes alternantes.

Il est recommandable, afin d'augmenter le tallement, d'intercaler des coupes de fourrage l'année où l'on prend la graine et même, après une ou deux années de récolte de semences, d'intercaler une année entrière d'utilisation comme fourrage.

Les années où l'on fait une récolte de graines, on doit soigneusement éloigner toute autre Graminée, ce qui n'est possible que par le semis en lignes très espacées (40 cm. en moyenne), ce qui permet un labour entre les lignes après la récolte de la seconde culture et plus tard, de bons nettoyages, si nécessaire.

La récolte des graines doit être effectuée avec énormément de soins : la coupe se fait le mieux à la faucille, le matin à la rosée, avec formation de petites gerbes qui, par beau temps, se dessèchent rapidement. On conseille un léger battage sur toile de ces gerbes avant leur enlèvement : ce qui diminue les possibilités d'égrenage au cours du transport qui doit toujours se faire en charrette garnie de toiles. La meilleure méthode d'enlèvement de la récolte — mais qui, malheureusement, n'est utilisable que quand on a à faire à des parcelles relativement petites — est l'enlèvement des graines à la main et leur mise en petits sacs qui restent ouverts en vue du séchage. En grande exploitation, on emploie la moissonneuse-lieuse.

Le battage se fait une première fois au bâton, puis, deux-trois semaines après, au fléau ou à la batteuse; le nettoyage s'effectue au tamis, au tarare ou au moyen de nettoyeuses spéciales.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos 5
Préface 7
Introduction 9

PREMIÈRE PARTIE

LES DIVERSES MÉTHODES D'AMÉLIORATION

Quelques notes d'histoire 11
Les méthodes d'amélioration 13

CHAP. I. — **L'amélioration massale.**

§ 1. — Sélection massale unique 14
§ 2. — Sélection massale annuellement répétée 14
§ 3. — Sélection massale avec séparation de formes 17

CHAP. II. — **L'amélioration généalogique ou individuelle par séparation de lignées pures.**

§ 1. — Bases scientifiques de l'amélioration individuelle 23
L'hérédité 23
La notion d'espèce 24
Petites espèses de Jordan ou espèces élémentaires 25
Les lignées pures de Johannsen 26
La variabilité fluctuante 28
§ 2. — Marche d'une amélioration individuelle 32
I. Méthode par séparation de lignées pures, avec choix unique de plantes-mères élites 33
II. Méthode par séparation de lignées pures, avec choix, périodiquement répété, de nouvelles élites 36
III. Méthode par séparation de lignées pures, avec choix annuellement répété, de nouvelles élites et intercalation d'essais comparatifs 36

CHAP. III. — **L'amélioration après hybridation.**

§ 1. — Le Mendélisme : base scientifique de l'amélioration par croisement 39
I. Croisements monohybrides 40
II. Croisements dihybrides 45
III. Croisements trihybrides et polyhybrides 46
IV. Complications possibles de l'hérédité mendélienne 49
§ 2. — Marche d'une amélioration par hybridation 55
1. Choix des géniteurs 57
2. Hybridation 58
3. Semis, récolte et analyse de la F1 58
4. Semis et récolte de la F2 59
5. Marche de l'amélioration à partir de la F3 60

CHAP. IV. — **L'amélioration après mutations.**

Les Mutations 63

DEUXIÈME PARTIE

LA TECHNIQUE GÉNÉRALE DE L'AMÉLIORATION

Chap. I. — **Le Jardin d'amélioration.**

Définition 67
Conditions à envisager lors du choix d'un emplacement 67
Jardins d'amélioration permanents et ambulants 68
Superficie 70
Fumure 70
Protection et lutte contre les ennemis 71

Chap. II. — **Les Travaux au Jardin d'amélioration.**

§ 1. — Parcellation 74
§ 2. — Les semis 76
1. Semis des parcelles pour le choix des plantes-mères 76
2. Semis-plantation, sur des parcelles dites « à élites » des graines provenant des plantes-mères 76
Bordures régularisatrices 78
Remplissage des vides 79
Appareils utilisés pour les semis 80
3. Semis-plantation des Elites I ou Elites de I^{e} génération 84
4. Semis-plantation des « restes d'élites » sur des parcelles dites à « Elites II » ou « Elites de seconde génération » 86
5. Semis des graines provenant des parcelles d'Elites II, sur les parcelles dites « de première multiplciation » 88
6. Semis des graines provenant des premières multiplications sur des parcelles dites « de grande multiplication » 91
§ 3. — Les observations à faire au cours de la végétation 91
§ 4. — Soins d'entretien à donner aux parcelles d'amélioration 94
§ 5. — La récolte 94
§ 6. — L'engrangement des produits. — Battage et nettoyage de la récolte 98

Chap. III. — **Analyse des récoltes.**

§ 1. — Le laboratoire de sélection. — Son ameublement 101
§ 2. — Analyse des plantes-mères 104
§ 3. — Analyse de la récolte des parcelles d'Elites I 113
§ 4. — Anaylse des restes d'Elites 114
§ 5. — Analyse de la récolte des parcelles d'Elites de 2^{e} génération 122
§ 6. — Analyse de la récolte des parcelles de 1^{e}, 2^{e} ou 3^{e} multiplication 122
§ 7. — Registres et livres divers utilisés à une station d'amélioration 123

Chap. IV. — **La technique des essais comparatifs.**

Les essais comparatifs 124

Chap. V. — **La technique des hybridations.**

§ 1. — Culture des plantes choisies comme géniteurs 131
§ 2. — Technique des hybridations proprement dites 132
I. Castration des plantes-maternelles 132
II. Récolte du pollen et hybridation proprement dite 135
III. Semis de la 1^{e} génération hybride (F1) 138
IV. — Semis de la F2 140

TROISIÈME PARTIE

L'AMÉLIORATION SPÉCIALE DES PRINCIPALES PLANTES DE LA GRANDE CULTURE

CHAP. I. — **L'amélioration des céréales à autogamie prépondérante.**

I. — L'AMÉLIORATION DU FROMENT.

§ 1. — Directives de l'amélioration 141
§ 2. — Technique proprement dite de l'amélioration 151
§ 3. — L'hybridation chez le Froment 151
§ 4. — Les mutations chez le Froment 155

II. — L'AMÉLIORATION DE L'EPEAUTRE.

Technique de l'amélioration de l'Epeautre. 156

III. — L'AMÉLIORATION DES ORGES.

§ 1. — Directives de l'amélioration 160
§ 2. — Schéma d'une analyse. — Technique spéciale 163
§ 3. — L'hybridation chez l'Orge 164

IV. — L'AMÉLIORATION DE L'AVOINE.

§ 1. — Directives et technique de l'amélioration 170
§ 2. — Hybridation 174

CHAP II — **L'amélioration des céréales à allogamie prépondérante.**

I. — L'AMÉLIORATION DU SEIGLE.

§ 1. — Méthodes, technique et directives de l'amélioration 178
§ 2. — Hybridation 182

II. — L'AMÉLIORATION DU MAÏS.

§ 1. — Directives de l'amélioration 186
§ 2. — Méthodes et technique 187
§ 3. — L'hybridation chez le Maïs. — Sa technique. 191

CHAP. III. — **L'amélioration des plantes sarclées.**

I. — L'AMÉLIORATION DE LA BETTERAVE A SUCRE.

§ 1. — Méthodes, technique et directives 193
§ 2. — L'hybridation chez la Betterave à sucre 210

II. — L'AMÉLIORATION DE LA BETTERAVE FOURRAGÈRE.

Directives de cette amélioration 211

III. — AMÉLIORATION DE LA POMME DE TERRE.

§ 1. — Directives de l'amélioration 211
§ 2. — Méthodes et technique de l'amélioration 214
§ 3. — Croisement entre lignées végétatives de pomme de terre 221

CHAP. IV. — **L'amélioration du trèfle.**

§ 1. — Méthodes et technique de cette amélioration 223
§ 2. — Technique de l'hybridation chez le Trèfle 227

CHAP. V. — **L'amélioration des graminées.**

§ 1. — Directives 229
§ 2. — Méthodes et technique 229

INDEX ALPHABÉTIQUE

AKERMAN, 51, 155, 159, 177.
Allogames (méthodes d'amélioration par hybridation chez les) 63.
Allogamie, 183, 186, 194, 220, 223, 229.
Amélioration (Les méthodes d'), 13.
Amélioration individuelle (Marche d'une) 32
Analyse des plantes-mères, 104.
de la récolte des parcelles d'Elites I 113
de la récolte des Elites II, 122.
des multiplications, 122.
ANDRLIK, 200.
Apitrèfle de Martinet, 224.
Appareils Kraus (les deux), 103.
pour déterminer le poids du quart de litre, 121.
pour le semis-plantation des Elites, 80, 87.
Armoire treillissée à graines, 102.
Autogamie, 152, 167, 174.
Autostérilité, 183.
Avoine, détermination du % en poids des amandes, 173.
Directives et technique de l'amélioration, 170.
Diverses densités de la panicule, 172.
Facteurs mendéliens, 176.
Floraison, 174.
Grains doubles, 174.
Technique des hybridations, 175.
Types de la panicule, 176.
Variations fatuoïdes, 177.

Balance automatique de Svalof, 103.
de Korant, 112.
de Reimann, 213.
BALL, 143.
BARTOS, 200.
BATESON, 54.
BAUR, 51, 63, 179, 192.
Betterave fourragère. Directives de l'amélioration, 211.
Betterave sucrière. Création de lignées pures, 200.
Première génération à graines, 199.
Première génération végétative, 204.
Deuxième génération à graines, 205.
Graine commerciale, 206.
Greffage, 209.
Méthodes, technique et directives, 193.
Multiplication par boutures, 208.
Planchons, 205.
Pluriannualité, 210.
Sélection des plantes-mères sur le terrain, 194.
Sélection des plantes-mères au laboratoire, 195.
Sélect. définitive des plantes-mères, 198
BIFFEN, 153.
Bordures régularisatrices, 78.
BOSHNAKIAN, 158.
Bourdons. Leur rôle dans l'amélioration du Trèfle, 223, 224.
Bouturage chez la Betterave, 208.
chez les Graminées, 231, 232.
chez le Trèfle, 226.

Cadres à semis-plantation des Elites, 80, 87.
Campanula Medium, 49.
mut. monantha, 64.
Caractères acquis (hérédité des), 31.
Carie. Traitements, 73.
Castration des plantes-maternelles, 132, 153, 168, 175, 184, 221.
Cerinthus aspera ou minor, 227.
Claies-germoirs pour pommes de terre, 216, 218.
CLARK, 143.
Clônes, 214.
Coiffes isolatrices pour hybridations, 135.
COLLINS, 191, 192.
Complications de l'hérédité mendélienne, 49.
Compteur automatique pour mille graines,120
CORRENS, 6, 40.
CRÉPIN, 177.
Croisements monohybrides, 40.
dihybrides, 45.
trihybrides, 46.
Crossing-over, 55.

DARWIN, 12.
DATURA, 12.
Dégénérescence chez la Betterave, 208.
chez le Maïs, 186, 190.
chez la Pomme de terre, 213.
chez le Seigle, 185.
Densité (compacité) des épis, 107.
Densités diverses de la panicule d'Avoine, 172
DE VRIES, 12, 40.
Diaphanoscope, 149.
Disjonctions mendéliennes, 44, 45, 47.
intermédiaires, 52.
transgressives, 52.
Draba verna, 12, 25.
Drosophila, 54, 55.
DUCELLIER, 13.
DUCOMET, 214.

EAST, 187, 192.
Egreneur, 119.
Elites I, ou de 1re génération, 35, 37, 38.
semis-plantation, 76.
Elites (restes d'), 37, 38.

Elites II, ou de 2e génération, 35, 37, 38.
Emerson, 187, 192.
Engrangement des récoltes, 98.
Epeautre, amélioration, 156.
facteurs mendéliens, 157.
Epillets stériles à la base des épis, 151, 157, 162.
Erikson, 142.
Erreur moyenne et erreur probable, 129.
Espèce (la notion d'), 24.
Espèces élémentaires, 25.
Essais comparatifs, technique, 124.

F1 (1re génération hybride), 40.
semis, récolte, analyse, 58.
F2 (2e génération hybride), 41.
semis, récolte, 59.
F3 (marche d'une hybridation à partir de la), 60.
Facteurs mendéliens, 40.
Fairchild, 11.
Farinatome, 150.
Fatuoïdes (variations), 177.
Foex, 214.
Froehlich, 200.
Froment, amélioration, 141.
croisement entre races pures à grain rouge et blanc, 51.
compacité (densité) de l'épi, 142.
directives de l'amélioration, 141.
divers types, 142.
facteurs mendéliens, 153.
floraison, 151.
rendements, 141.
résistance à la sécheresse, 147.
au froid, 146.
aux maladies, 147.
teneur en gluten, 148.
Fruwirth, 129, 142, 229, 231, 233.

Gaillot, 200.
Géniteurs, culture, 131.
Gluten, teneur, 148, 163.
Graminées, directives de l'amélioration, 229.
méthodes et technique, 228.
Grégoire, 97.

Hallet, 12.
Hangar à loges, pour les récoltes, 99.
Hayes, 187, 192, 229, 231.
Hérédité, définition, 23.
Hétérosis, 190.
Heusser, 13.
Hétérozygotes, 42.
Historique de l'amélioration, 11.
Holmgren, 159.
Homozygotes, 42.
Hopkins, 229, 231.
Howard, 13, 153.
Hybridation. Choix des géniteurs, 57.
Hybridation (marche d'une amélioration par), 55.
Technique, 131, 136, 137, 138.

Jardin d'amélioration. Choix d'un emplacement, 67.
Définition, 67.
Fumure, 70.
Parcellation, 74.
Protection, 71.
Superficie, 70,
Jardins d'amélioration permanents et ambulants, 68.
Johannsen, 26.
Jordan, 6, 25.
Jost, 184.

Kajanus, 159, 200.
Kempton, 191.
Kœlreuter, 11.

Laboratoire de sélection. Ameublement, 101
Lacunosité chez l'Orge, 160.
chez le Seigle, 181.
Lang, 229, 233.
Lathouwers, 49, 103, 159, 200.
Lathyrus odoratus, 54.
Le Couteur, 11.
Leighty, 158.
Lesley, 222.
Liaison entre facteurs, 54.
Lignées pures de Johannsen, 26.
Lignées végétatives, 214.
Lindhard, 224, 225.
Linkage (*Voir* liaison entre facteurs).
Livres des champs, 93.
Local (Type de Froment dit), 143.
Lock, 192.

Maas, 13.
Maïs. Amélioration par la méthode Shull, 190
Amélioration par la méthode Williams, 188.
Directives de l'amélioration, 186.
Méthodes et technique de l'amélioration, 187.
Technique de l'hybridation, 191.
Marqueur (le) de Svalof, 83.
Martin, 143.
Martinet. 224, 226.
Massue (Froments en), 144.
Mayer Gmelin, 228.
Mendel, 12, 39.
Mendélisme, 39.
Morgan, 54, 55.
Munerati, 200.
Mutations, 63.

Naudin, 12, 39.
Neergaard (von), 12.
Nicotiana, 12.
Nilsson Héribert, 184, 185.
Nilsson Hjalmar, 200.
Nilsson-Ehle, 50, 51, 153, 155, 159, 176.

Observations au cours de la végétation, 91.
Œnothera Lamarckiana, 63.
Oliver, 228.
Orge. Directives de l'amélioration, 160.
Détermination de la farinosité, 163.
Facteurs mendéliens, 168.
Détermination de la finesse de l'enveloppe, 162, 164.
Floraison et fécondation, 167.
Qualités pour la brasserie, 160.
Systématique, 164.
Technique de l'hybridation, 168.
Teneur en azote, 163.

Parcelles à Elites, 76.
Percival, 110, 143, 144.

Plahn, 197.
Planche à semer, 83.
Plantes-mères (choix des), 16, 33.
Pollen (récolte du), 135.
Pomme de terre. Directives de l'amélioration, 211.
Facteurs mendéliens, 222.
Méthode d'amél. individuelles, 217.
Méthode d'amélioration massale, 214.
Méthode par semis et par croisement 220
Qualités culinaires, 212.
Récolte prématurée des semenceaux 215
Teneur en fécule, 212.
Populations, 27.
Punnett, 54.

Quanjer, 214.

Récoltes, 94.
Registres divers, 123.
Renodlad Squarehead, 19.
Résistance au froid chez le Froment, 51.
Restes d'Elites. Semis-plantation, 86.
Rieti (Froments de la Station de), 148.
Rimpau, 12.
Roemer, 127, 129, 200.

Salaman, 222.
Schlecht, 225.
Schribaux, 153.
Seeliger, 197.
Seigle. Autostérilité, 183.
Couleur des graines, 181.
Création de nouvelles variétés par croisements spontanés, 184.
Facteurs mendéliens, 185.
Floraison, 183.
Méthode d'amélioration sans isolation des plantes-mères, 179.
Méthode avec isolation, 180.
Recherche de lignées autogames, 180.
Technique de l'hybridation, 184.

Sélection de graines, d'épis ou de plantes,21.
Sélection massale, unique, 14.
annuellement répétée, 14.
avec séparation de formes, 17.
critique de la sélection massale, 19.
Semis de la F1. Technique, 138.
Semis de la F2. Technique, 140.
Semis des parcelles pour choix des plantes-mères, 76.
Semis-plantation des Elites, 76.
Appareils, 80.
des Restes d'Elites, 86.
Semis des multiplications, 88.
Semoirs, 90.
Sessous, 200.
Shireff, 11.
Shull, 190.
Soins d'entretien, 94.
Speltoïdes, 159.
Squarehead, 144.
Strampelli, 148.
Svalof, 21, 155, 171,

Tableau noir pour le choix des plantes-mères et des élites, 104.
Tallement, 92, 115, 145.
Tilkin, 215.
Trèfle. Méthodes d'amélioration, 223.
Rôle des bourdons, 223, 224.
Technique des hybridations, 227.
Tritschler, 200.
Trouard-Riolle, Mlle, 32.
Trousse pour castration, 133.
Tschermack, von, 40, 153, 176, 184, 185.

Ubisch, von, 169.
Urban, 200.

Vander Stok, 13.
Variabilité fluctuante, 28.
Verse, 116, 147.
Vides dans les parcelles d'Elites, 79.
Vilmorin-Andrieux, 142.
Vilmorin (A. et L. Levêque de), 11.
Vilmorin (J. Levêque de), 31, 200, 203.
Vilmorin (Froment « type amélioré), 143.

Webber, 229.
Wiggans, 164.
Williams, 164.
Witte, 229, 232.

Xénies, 192.

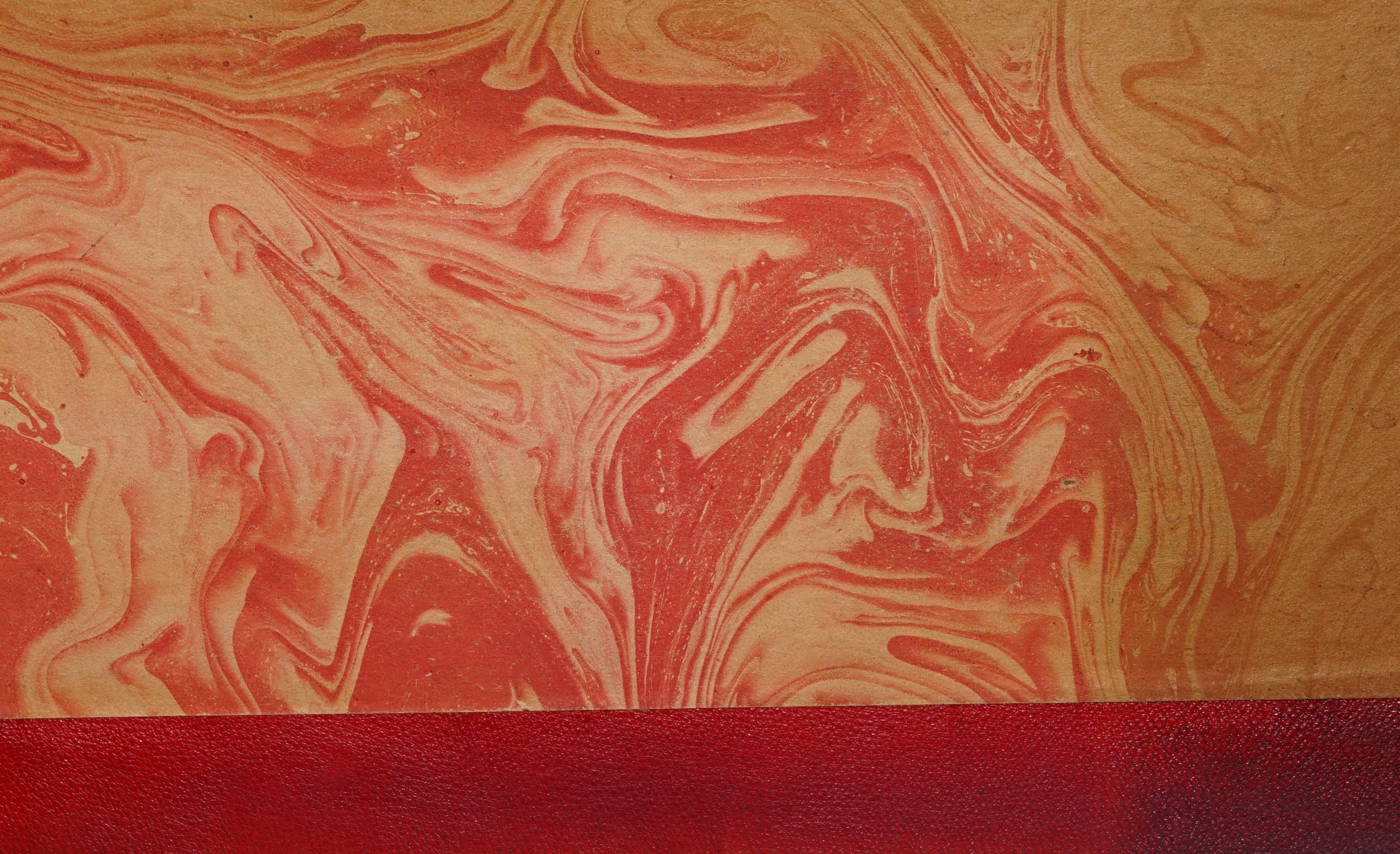
Bot.
L.

210236

Author Lathouwers, V.

Title Amélioration des plantes de la grande culture.

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU